

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Marburg/Lahn
(Direktor: Prof. Dr. med. H. Hamelmann)

**Tierexperimentelle Untersuchungen
zur Frage der Verwendbarkeit
von resorbierbarem Nahtmaterial
für den Verschuß der Abdominalfaszie**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der gesamten Medizin
des Fachbereichs Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg/Lahn

vorgelegt von

Peter Mees
aus Essen

Marburg

1975

Druck: Buch- und Offsetdruckerei H. Kombächer, Marburg

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin der Universität Marburg
am 16. Dezember 1975,

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. med H. Oepen

Referent: Prof. Dr. med W. Seidel

Correferent: Prof. Dr. med H. Hamelmann

**Tierexperimentelle Untersuchungen
zur Frage der Verwendbarkeit
von resorbierbarem Nahtmaterial
für den Verschuß der Abdominalfaszie**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der gesamten Medizin
des Fachbereichs Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg/Lahn

vorgelegt von

Peter Mees
aus Essen

Marburg

1975

Druck: Buch- und Offsetdruckerei H. Kombächer, Marburg

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Geschichte der chirurgischen Naht	1
1.2 Herstellung von Catgut und Polyglykolsäure (PGS)	1
1.3 Abbau von Catgut und PGS	2
1.4 Physiologie der Wundheilung	3
1.5 Mechanische Methoden zur Bestimmung des Wundheilungsverlaufs	4
1.6 Reißfestigkeit von Wunden und deren Beeinflußung	5
1.7 Die Aufgabe der chirurgischen Naht und die Eigenschaften des Nahtmaterials	6
1.8 Problemstellung	7
2. Material und Methode	8
2.1 Versuchstiere	8
2.2 Anaesthesie	8
2.3 Operationsmethode	8
2.4 Nahtmaterial	10
2.5 Implantation von Dexon-Schlaufen	10
2.6 Bestimmung der Reißfestigkeit	11
2.7 Tensiometer	12
2.8 Statistische Methoden	16
2.9 Art der Fragestellung	18
3. Ergebnisse	22
3.1 Gruppe 1	22
3.2 Gruppe 2	25
3.3 Vergleiche zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2	27
3.4 Gruppe 3	29

	Seite
4. Diskussion	34
4.1 Material und Methode	34
4.2 Mechanische Eigenschaften verschiedener Gewebe bei unbeeinflusster Wundheilung	40
4.3 Resorption und Reißfestigkeitsverlust von Catgut und PGS	43
4.4 Gewebeeigenschaften und immunogene Wirkung chirurgischer Nahtmaterialien	46
4.5 Der Einfluß verschiedener Nahtmaterialien auf die Festigkeit heilender Wunden	49
4.6 Sterilisation von Nahtmaterial	53
4.7 Nahtmaterial und Wundinfektion	54
4.8 Bezüge zur Klinik	56
5. Zusammenfassung	59
6. Anhang Tabellen zur statistischen Auswertung	61
7. Literaturverzeichnis	78
8. Lebenslauf	92



1. E i n l e i t u n g

1.1 Geschichte der chirurgischen Naht

Eine wesentliche Aufgabe des Chirurgen ist es, Wunden so zu behandeln, daß sie möglichst rasch und komplikationslos heilen. Eine Möglichkeit der Wundversorgung ist die Naht. Sie wurde erstmals bei den Ägyptern, etwa 1600 Jahre vor Christus, zum Wundverschluß beschrieben. 500 Jahre nach Christus empfahl der Inder SUSRUTA Leinenfäden, Pflanzenfasern, Haare und Sehnen als Nahtmaterialien; letztere waren möglicherweise das erste resorbierbare Material. GALEN (129-200 n.Chr.) benutzte dünne Darmstreifen zur Unterbindung blutender Gefäße. Dennoch mußten sich die Operationserfolge in Grenzen halten, solange die Infektion nicht zu beherrschen war. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entdeckte der englische Chirurg LISTER (1827-1912), daß es bei Verwendung von Catgut, das in 5 % wäßriger Karbolsäure desinfiziert worden war, zu einer deutlichen Herabsetzung der Infektionen kam. Listers Methode wurde bald allgemein anerkannt und weiterentwickelt. Catgut war über hundert Jahre lang das einzige resorbierbare Nahtmaterial (BRUNNER, NOCKEMANN).

1.2 Herstellung von Catgut und Polyglykolsäure (PGS)

1.21 Herstellung von Catgut

Catgut wird aus der Submucosa von Rinder- oder Schafsdärmen gewonnen und besteht zu etwa 96 % aus Kollagen. Nach gründlicher Reinigung wird es zu Fäden gedreht und heute überwiegend mit Gamma-Strahlen oder Äthylendioxyd sterilisiert. Eine vor

der Sterilisation vorgenommene Behandlung mit Jod- oder Chromsalzen verlängert die Resorptionszeit (HUDEMANN).

1.22 Herstellung von Polyglykolsäure (PGS)

Seit einigen Jahren findet ein synthetisches, resorbierbares Nahtmaterial aus Polyglykolsäure mit dem Handelsnamen DEXON^R Anwendung. Hierbei handelt es sich um Glykolsäure (Hydroxy-Essigsäure), die bei Hitze in Gegenwart eines Katalysators über einen zyklischen Ester (Glykolid) zur linearen, hochmolekularen Polyglykolsäure polymerisiert (Abb. 1). Diese wird zu dünnen Filamenten ausgezogen und zu Fäden standardisierter Stärke versponnen (BRAUN).

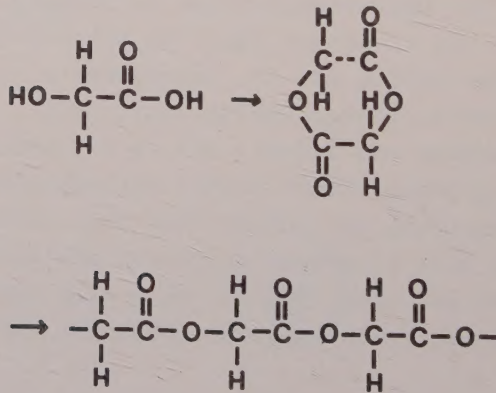


Abb. 1: Schritte der PGS-Synthese

1.3 Abbau von Catgut und PGS

Der Abbau von Catgut erfolgt enzymatisch unter Ausbildung einer je nach Stärke und Art des Materials (plain oder chromiert) verschiedenen starken Entzün-

dungsreaktion (NOCKEMANN). Die PGS wird im Gewebe zur wasserlöslichen Glykolsäure hydrolysiert, die dann im Zuckerstoffwechsel metabolisiert werden kann. Versuche von ANSCOMBE u. Mit. mit radioaktiv markierter PGS zeigten, daß die Ausscheidung über die Lunge und über die Nieren erfolgt.

1.4 Physiologie der Wundheilung

Die Vorgänge, die nach einer Wundsetzung ablaufen, lassen sich grob in drei Abschnitte unterteilen (LINDNER):

1. Katabole Phase oder Lag-Phase, die bis zum 3. - 6. Tag andauert.
2. Anabole Phase oder Zell- und Faserproliferation, etwa bis zum 14. Tag.
3. Phase der Ausdifferenzierung des Narbengewebes.

Die katabole Phase ist gekennzeichnet durch eine primäre Azidose, Blutung ins Wundgebiet und Bildung von Fibringerinnsehlen, Steigerung der Kapillarpermeabilität, Exsudation von Blutflüssigkeit mit Ausbildung des Wundödems und Emigration von Blutzellen. Ein Wundschorf bildet sich aus und es kommt zur Reinigung der Wunde durch Phago-, Pino- und Endozytose. Gleichzeitig quellen die Kollagenfasern auf und werden abgebaut. Auch eine zunehmende Kapillarisierung ist zu beobachten. Gegen Ende der Lag-Phase finden sich vermehrt Fibroblasten im Wundgebiet, die nun mit der Synthese von neuem Bindegewebe beginnen.

In der anabolen Phase werden Grundsubstanz und Kollagen synthetisiert. Das Wundödem bildet sich zurück, der pH-Wert erreicht wieder die Norm.

Es kommt zu einer relativen und absoluten Zunahme der unlöslichen Kollagenfraktion mit entsprechender Steigerung der Dehnungs- und Reißfestigkeit des Gewebes.

In der abschließenden Phase der Ausdifferenzierung des Narbengewebes nimmt der Zellgehalt bei gleichzeitiger Zunahme des Faseranteils ab. Allmählich stellt sich wieder das Gleichgewicht zwischen den katabolen und anabolen Prozessen ein (KÜHNAU; LINDNER u. Mit.)

1.5 Mechanische Methoden zur Bestimmung des Wundheilungsverlaufs

1.51 Die planimetrische Bestimmung der Verkleinerung von Oberflächenwunden

Die ersten Messungen dieser Art wurden von CARREL u. Mit. im Jahre 1916 durchgeführt. HEGEMANN griff 1950 diese Methode wieder auf und wies dabei auf die Bedeutung der Narbenschumpfung für die Wundheilung hin.

1.52 Bestimmung der Elastizitätsgrenze von Wunden

Nach dem Hook'schen Gesetz besteht eine direkte Proportionalität zwischen der an einen Körper angreifenden Kraft und der durch sie bedingten Dehnung. Belastet man eine Wunde mit einer konstanten Dehnung, so steigt die Kraft so lange linear an, wie die Wunde elastisch und damit die Verformung reversibel ist. Überschreitet die Belastung die Elastizitätsgrenze, geht der lineare Zusammenhang zwischen Dehnung und Kraft verloren, die Dehnung nimmt schneller zu als die Kraft. Dieses Prinzip liegt dem von LICHTENSTEIN u. Mit. beschriebenen Tensiometer zugrunde. Eine konstante Dehnungsgeschwindigkeit wurde durch einen Elektromotor erzeugt, die Kraft wurde mittels eines Dehnungsmeßstreifens bestimmt und aufgezeichnet.

1.53 Bestimmung der Reißfestigkeit von Wunden

Das Prinzip der Reißfestigkeitsmessung besteht in der kontinuierlich zunehmenden Belastung eines Gewebes, bis dieses zerreißt. Zahlreiche Untersucher bedienten sich dieser Methode (HOWES u. Mit., 1929; HEGEMANN, 1950; NELSON u. Mit. 1951; DOUGLAS, 1952). Technisch finden wir verschiedene Möglichkeiten beschrieben. So wurden z.B. Wunden durch einen gleichmäßigen Zufluß von Wasser (SAVLOV u. Mit., SEIDEL u. Mit.) oder Quecksilber (DOUGLAS) in ein Gefäß, welches an der Wunde befestigt war, belastet. LOCALIO u. Mit. stachen eine Kanüle in die Bauchhöhle von Meerschweinchen, durch die Luft eingeleitet und somit der intraabdominelle Druck erhöht wurde. Der Druck, der erforderlich war, um eine Bauchdeckenwunde zum Aufplatzen zu bringen, diente als Maß für die Wundfestigkeit.

1.6 Die Reißfestigkeit von Wunden und deren Beeinflussung

Zwischen der Zunahme des Fasergehalts in einer Wunde einerseits und deren Festigkeit andererseits besteht ein enger Zusammenhang (HOWES u. Mit.). Eine Wunde gewinnt während der Lag-Phase praktisch keine Festigkeit, in der darauf folgenden anabolen Phase steigt diese steil an, um dann in der Phase der Ausdifferenzierung nur noch langsam zuzunehmen (LICHTENSTEIN u. Mit.). ADAMSONS u. Mit. untersuchten die Festigkeitszunahme von Wunden in verschiedenen Geweben des Kaninchens. Sie fanden, daß die Magenwand bereits nach 9 Tagen ihre ursprüngliche Festigkeit zurückgewinnt, während Muskel und Haut nach 120 Tagen erst etwa 40 % der Reißfestigkeit unverletzten Gewebes besitzen. ADAMSONS und ENQUIST stellten fest, daß die Wundheilung bei

scorbutischen Meerschweinchen langsamer verläuft als bei solchen ohne Vitamin C-Mangel. BOTSFORD fand bei der Untersuchung der Festigkeit von Hautwunden bei Hunden und Meerschweinchen, daß die Festigkeit bei letzteren während der ersten 9 Tage steiler ansteigt als bei Hunden.

1.61 Der Einfluß des Nahtmaterials auf die Wundheilung

Einen nicht unerheblichen Einfluß auf den Verlauf der Wundheilung hat das Nahtmaterial und der Grad der Entzündungsreaktion, den dieses hervorruft. So heilten Magenwandinzisionen bei Ratten, die mit Catgut versorgt wurden, durch starke Entzündungsreaktionen schlechter als solche, die mit Seide verschlossen wurden (HOWES). Zum gleichen Ergebnis kam auch BOTSFORD, der Hautwunden bei Hunden mit Seide bzw. Catgut verschloß. Der Vergleich der Reaktion menschlicher Mundschleimhaut auf PGS, Seide und Catgut zeigte, daß Catgut die stärkste und PGS die bei weitem mildeste Reaktion auslösen (WALLACE u. Mit.).

1.7 Die Aufgabe der chirurgischen Naht und die Eigenschaften des Nahtmaterials

Die chirurgische Naht hat die Aufgabe, durchtrenntes Gewebe vorläufig wieder zu vereinen. Ihre Aufgabe ist erfüllt, wenn die Wunde durch die Heilung eine so große Festigkeit gewonnen hat, daß sie angreifenden Kräften einen ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen kann. Nach abgeschlossener Wundheilung ist die Naht nicht nur überflüssig, sondern kann sogar störend wirken (NOCKEMANN). Folgende Anforderungen werden an ein chirurgisches Nahtmaterial gestellt: Festigkeit bei Geschmeidigkeit, Griffigkeit und guter Knotensicherheit, Reizlosigkeit und Sterilität.

Die Sterilität kann heute als das kleinste Problem angesehen werden, während die anderen Kriterien schon nicht mehr so einfach zu erfüllen sind (NOCKE-MANN). Grundsätzlich unterscheidet man zwischen resorbierbaren und nicht resorbierbaren Nahtmaterialien. Nicht resorbierbar sind u.a. Stahl, Seide, Zwirn, Polyamide, Polyester usw.; resorbierbar sind Catgut (chromiert, jodiert oder plain) sowie PGS.

1.8 Problemstellung

Zweck der vorliegenden Arbeit war es, im Tierversuch zu prüfen, wie lange die Unterstützung durch Nahtmaterial noch die Festigkeit einer Faszienwunde erhöht und ob resorbierbare Materialien (Catgut, plain und chromiert, sowie PGS) für den Faszienverschluß geeignet sind oder ob für diesen Zweck einem nicht resorbierbaren Material (Mersilene^R) der Vorzug zu geben ist. Daneben sollte untersucht werden, ob die durch Catgut hervorgerufene Entzündungsreaktion den Reißfestigkeitsverlust von in seiner Nähe implantierter PGS beeinflusst.

2. M a t e r i a l u n d M e t h o d e

2.1 Versuchstiere:

133 Kaninchen der Rasse Großsilber beiderlei Geschlechts mit einem Gewicht von $3,8 \pm 0,3$ kg wurden in Einzelkäfigen getrennt voneinander gehalten. Ihr Alter lag zwischen 7 und 9 Monaten. Sie wurden mit dem Spezialfutter Ovator Solikanin^R versorgt und erhielten Wasser ad libitum. Bei 131 Kaninchen wurde einen Tag vor der Operation die Bauchhaut mit einer handelsüblichen Schermaschine rasiert, bei zwei Tieren der Rücken 10 cm breit geschoren.

2.2 Anästhesie:

Kurz vor der Operation wurden die Tiere in einen Kleintiernarkosekasten nach HINZ, der einen Rauminhalt von 3×10^3 ccm hatte, gesetzt. Sodann fluteten wir 4 ml Halothan^R in den Kasten, was ausreichte, um die Tiere in einen genügend tiefen Schlaf zu versetzen. Nachdem die Kaninchen so auf dem Operationstisch befestigt waren, daß nur noch der Kopf in der Narkosezelle lag, strömte aus einem in der Anästhesie gebräuchlichen Verdampfer ein Gemisch aus Sauerstoff und 4 Vol% Halothan in den Kasten. Ferner hatten wir während der etwa 35 Minuten dauernden Operation die Möglichkeit, mittels eines Blasebalgtes zusätzlich Halothan zuzuführen, was jedoch nur selten notwendig war.

2.3 Operationsmethode:

2.31 Gruppe 1 und 2:

Nach Reinigung der Haut mit Merfen^R und Abdecken des Operationsfeldes mit sterilen Tüchern wurde ein

14 x 6 cm großer Hautlappen bis zur Faszie abpräpariert und zur Seite geklappt. Mit einer Schablone aus dünnem Stahlblech wurden sodann die Punkte beiderseits der linea alba angezeichnet, durch die die Nähte gelegt werden sollten. Als Farbstoff benutzten wir Indigocarmin Merck^R, der mit einem Watteträger aufgebracht wurde. Es wurden insgesamt 18 Nähte mit einem Abstand von 6 mm zueinander markiert, die beiderseits 5 mm in den Wundrand griffen. Dabei kamen je 9 Nähte cranial bzw. caudal des Nabels zu liegen. Sodann wurden linea alba und Peritoneum auf einer Länge von 10,8 cm durchtrennt.

2.32 Nahttechnik:

Durch die angezeichneten Punkte legten wir Einzelknopfnähte. Wir benutzten stets eine kleine, drehrunde, halbkreisförmig gebogene Nadel. Es wurden 3 einfach überschlungene, gegenläufige Knoten geknüpft. Dabei achteten wir sorgfältig darauf, daß der erste Knoten mit der rechten Hand geschlungen wurde. Die Knoten wurden nur so stark angezogen, daß sich die Wundränder gut aneinanderlegten und Gewebsstrangulationen vermieden wurden. Die Fadenenden wurden 3 mm über dem letzten Knoten abgeschnitten.

2.33 Hautnaht:

Der Verschuß der Haut erfolgte bei allen drei Gruppen fortlaufend mit Mersilene der Stärke 0. Wir achteten darauf, daß sich die Wundränder nicht nach innen rollten. Nach der Operation wurde die Hautwunde mit Nebacetin-Puder eingesprüht. Auf einen Wundverband wurde verzichtet. Die Kaninchen blieben bis zum Aufwachen unter Kontrolle und wurden dann in ihren Käfig zurückgebracht.

2.4 Nahtmaterial:

2.41 Gruppe 1:

Diese Gruppe umfaßte 71 Tiere. Als Nahtmaterial benutzten wir Catgut (plain) der Stärke 0, Catgut (chromiert) und Dexon (PGS) jeweils der Stärke 2/0. In Vorversuchen hatte sich herausgestellt, daß die Knotenreißkraft dieser Materialien etwa gleich groß war. Jedes Nahtmaterial stammte aus einer Lieferung, womit Herkunftsunterschiede ausgeschlossen wurden. Wir legten sowohl cranial als auch caudal des Nabels Nähte mit allen drei Materialien in der Art, daß je drei Fäden eines Materials nebeneinander lagen. Die Reihenfolge der Materialien wurde dabei planmäßig von Tier zu Tier gewechselt.

2.42 Gruppe 2:

Bei weiteren 60 Tieren wurden je 9 Nähte nebeneinander mit Dexon (PGS) und Mersilene, beides in der Stärke 2/0, gelegt. Auch hier wurde die Reihenfolge so getauscht, daß beide Materialien gleich oft cranial und caudal des Nabels zu liegen kamen.

2.5 Implantation von Dexon-Schlaufen (Gruppe 3):

Um ein Glasrohr mit einem Durchmesser von 2,5 cm wurden Schlaufen aus Dexon (PGS) geknüpft, wobei wir je drei Schlaufen durch einen Mersilenefaden miteinander verbanden. Bei 2 Tieren wurde über der Wirbelsäule die Haut auf einer Länge von 11 cm bis zur Faszie längs incidiert und stumpf abpräpariert, so daß beiderseits eine 8 cm tiefe Tasche in ventraler Richtung entstand. In diese Tasche implantierten wir eine größere Anzahl der vorbereiteten Dexon-Schlaufen, auf einer Seite zusätzlich noch mehrere Catgut-Fäden.

2.6 Bestimmung der Reißfestigkeit:

2.61 Gruppe 1:

Von den 71 Tieren dieser Gruppe starben 3 an einer Pneumonie, 4 hatten schwere Wundinfektionen. So konnten wir Meßwerte von 64 Tieren gewinnen. Diese wurden nach 7, 10, 14, 18, 21 und 28 Tagen durch eine intracardial injizierte Überdosis Nembutal^R (Pentobarbital) getötet. Die Bauchhaut wurde abpräpariert, wobei wir die Wunde in der linea alba sorgfältig schonten. Sodann trennten wir einen 15 x 4 cm großen Streifen der Bauchwand heraus. Cranial und caudal der Naht konnte so ein 2 cm breiter Streifen zur Bestimmung der Reißfestigkeit der unverletzten linea alba (Normwert) gewonnen werden. Die Bauchwand wurde quer zur Wunde in ca. 1,6 cm breite Streifen zerschnitten, wobei jeder Streifen 3 Fäden eines Materials enthielt. Die Narbe bzw. die unverletzte linea alba incidierten wir dann von beiden Seiten, so daß in der Mitte ein 1 cm breites Stück erhalten blieb, in dem sich noch ein Faden befand. Die Reißfestigkeit der Wunde bzw. der linea alba wurde tensiometrisch bestimmt.

2.62 Gruppe 2:

Von den 60 Tieren dieser Gruppe starb eines, bei zwei Tieren traten Wundinfektionen auf. So konnten wir Meßwerte von 57 Tieren gewinnen. Diese wurden nach 18, 21 und 28 Tagen getötet. Die Bauchwand wurde wie oben beschrieben herauspräpariert. Vor der Reißfestigkeitsmessung wurde hier noch bei der Hälfte der Proben auch der mittlere Faden durchtrennt.

2.63 Gruppe 3:

Die beiden Kaninchen dieser Gruppe wurden nach 15 Tagen getötet. Wir präparierten die implantierten Dexon-Schlaufen heraus und bestimmten ihre Reißfestigkeit mit dem Tensiometer.

2.7 Tensiometer: (Abb. 5)

Aus einem stets in gleicher Höhe aufgehängten Behälter lief Wasser von Zimmertemperatur mit einer Stromstärke von 1 l/min in ein Gefäß. Dieses war an einer Klemme befestigt, in der eine Hälfte der Gewebprobe eingespannt war. Die andere Hälfte wurde von einer zweiten Klemme gehalten, die an einem Galgen befestigt war. Die Klemmen waren mit einem reibbrettähnlichen Belag versehen, um ein Herausrutschen der Proben zu verhindern. Zur Bestimmung der Reißfestigkeit der Dexon-Schlaufen benutzten wir zwei rechtwinklig gebogene Metallstifte mit 3 mm Durchmesser, die an den Klemmen befestigt waren und über die wir die Fadenschlaufen legten. Mit dem Zerreißen der Wunde bzw. des Fadens wurde der Wasserzufluß gestoppt und das Gewicht des Belastungsgefäßes mittels einer genau messenden Federwaage bestimmt. Wir achteten darauf, daß die Kraft senkrecht zum Wundrand angriff, womit Scherkräfte vermieden wurden.

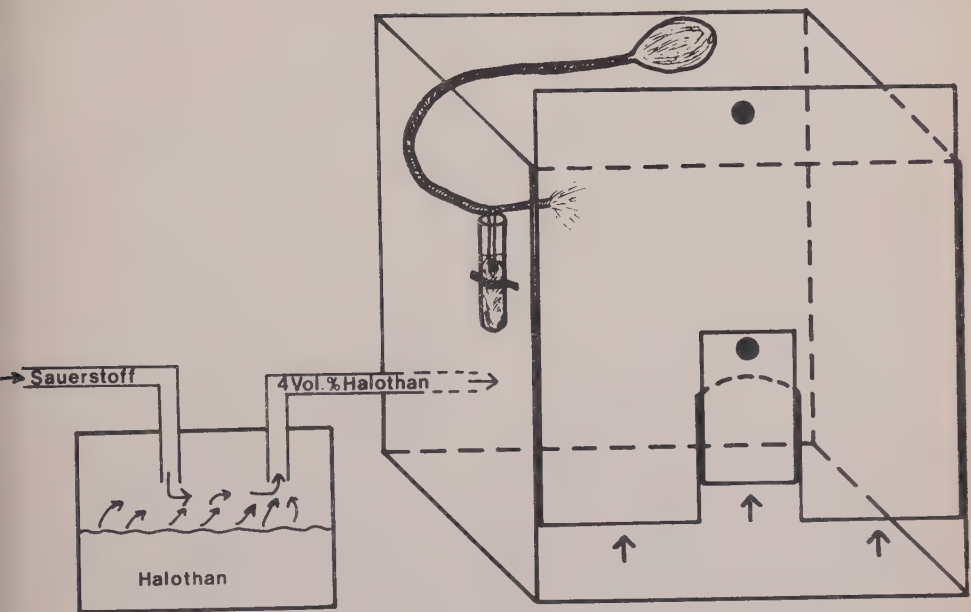


Abb. 2: Narkosezelle nach HINZ mit angeschlossenem Halothan-Verdampfer

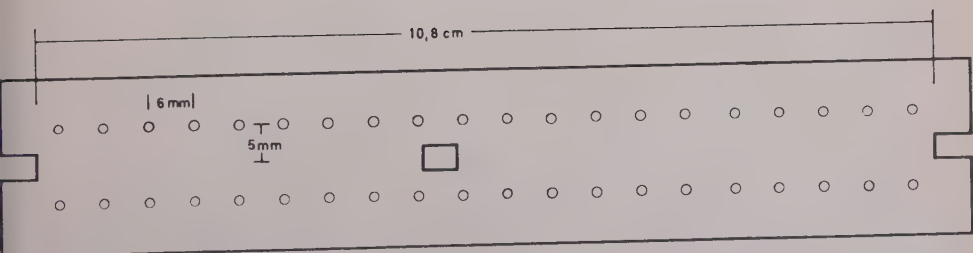


Abb. 3: Schablone zum Anzeichnen der Nähte

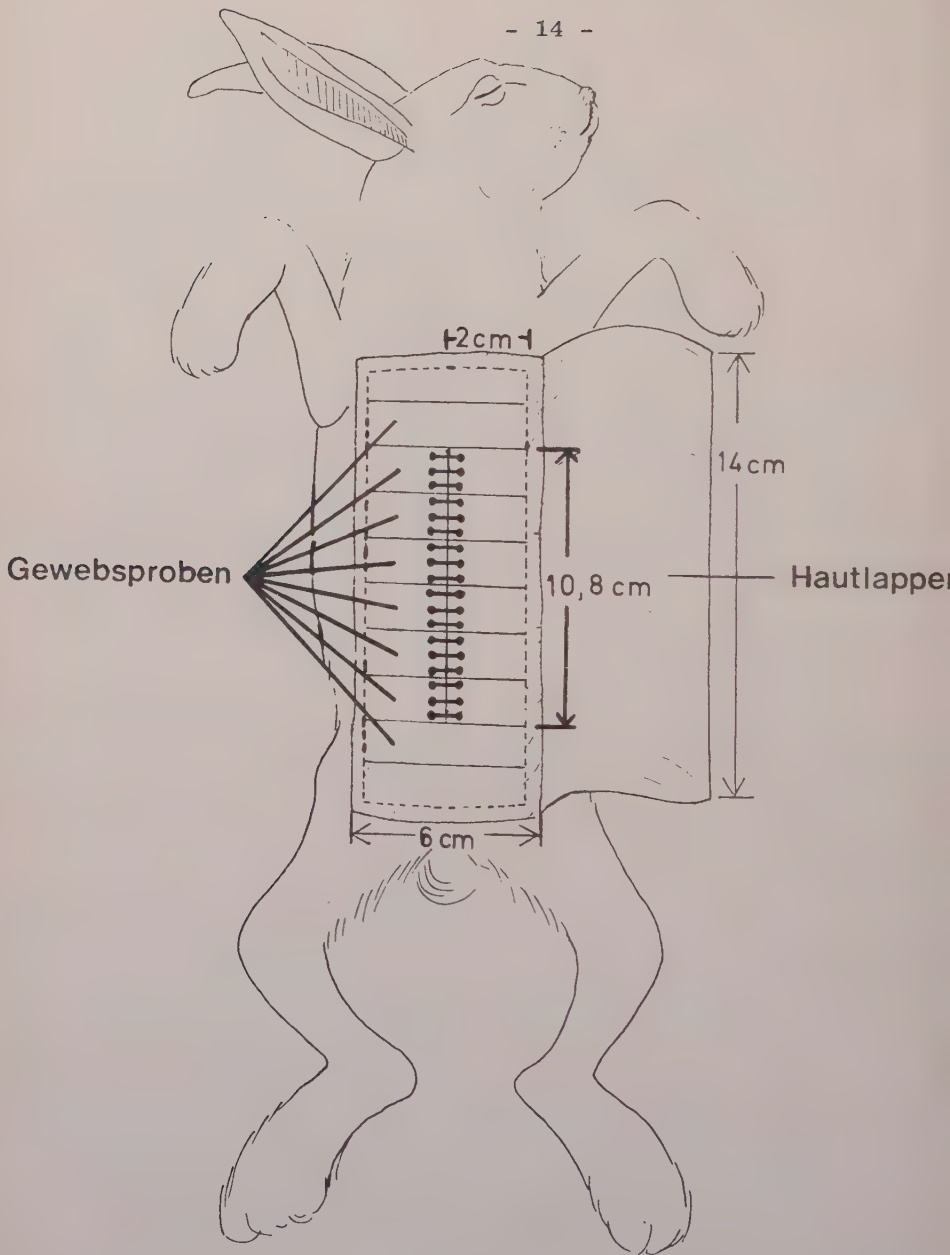


Abb. 4: Lage der Nähte und der Gewebsproben

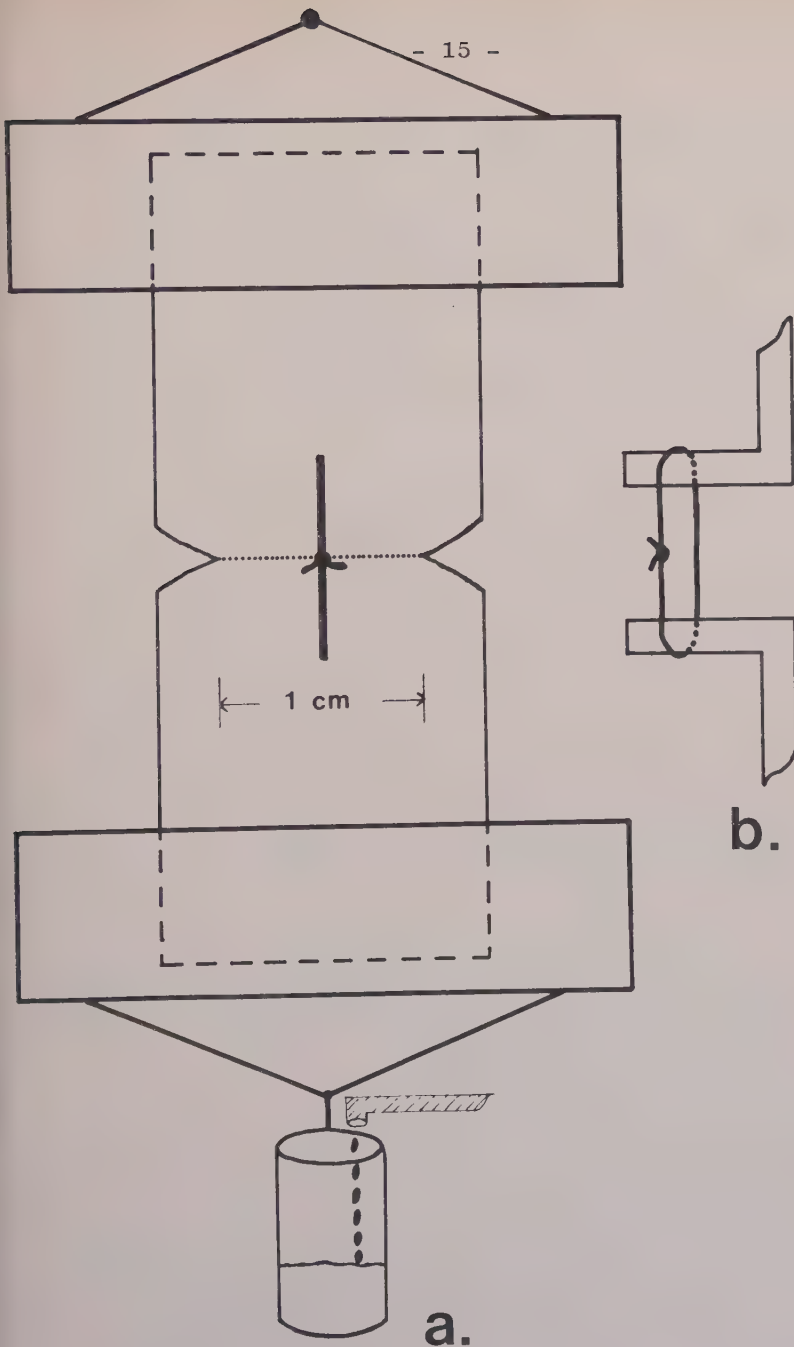


Abb. 5: a) Tensiometer mit eingespannter Gewebsprobe
b) Vorrichtung zur Bestimmung der Reißkraft der Dexon-Schlaufen

2.8 Statistische Methoden:

2.81 Berechnung des Mittelwertes $\bar{x}$ und des sem (standard error of the mean)

Als bekannte Größen aus unseren Messungen erhielten wir die Reißfestigkeit der Gewebeproben (x) und die Anzahl der Meßwerte (n). Hieraus konnten wir zunächst den Mittelwert ($\bar{x}$) berechnen:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Die Varianz (s^2) berechneten wir nach:

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}$$

Die Standardabweichung (s) beträgt:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Aus der Kenntnis von s und n erhält man den sem nach:

$$\text{sem} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

2.82 U-Test nach MANN-WHITNEY

Da unsere Meßwerte nicht normalverteilt waren, mußten wir uns zur Feststellung der Signifikanz der Mittelwertunterschiede eines Tests bedienen, der eine Standardnormalverteilung nicht zur Voraussetzung hat. Hier bot sich der U-Test an, der in seiner Teststärke dem sonst sehr gebräuchlichen T-Test nach

STUDENT gleichwertig ist (LIENERT, 1960). Der U-Test beruht auf der Rangverteilung der Meßwerte zweier zu vergleichender Meßreihen. Die Werte werden zunächst der Größe nach geordnet und dann mit Platzziffern belegt, wobei gleich große Werte auch gleiche Platzziffern erhalten. Sodann addiert man die Platzziffern jeder Meßreihe und bezeichnet die Summen mit T_1 und T_2 . Folgende Größen werden benötigt:

N_1, N_2 : Anzahl der Meßwerte in beiden Reihen

T_1, T_2 : Summen der Platzziffern

$t_1, t_2, \dots, t_n$: Anzahl der Mehrfachbelegungen von Platzziffern

Wir berechnen zuerst μ_u :

$$\mu_u = \frac{N_1 \cdot N_2}{2}$$

Als weitere Größen benötigen wir U_1 und U_2 :

$$U_1 = N_1 \cdot N_2 + \frac{N_1 \cdot (N_1 + 1)}{2} - T_1$$

$$U_2 = N_1 \cdot N_2 + \frac{N_2 \cdot (N_2 + 1)}{2} - T_2$$

Die Beziehung $U_1 = N_1 \cdot N_2 - U_2$ dient zur Kontrolle der bisher durchgeführten Rechenschritte.

Nun berechnen wir die Streubreite von U:

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N \cdot (N-1)} \cdot \left[\frac{N^3 - N}{12} - \frac{t_i^3 - t_i}{12} \right]}$$

Aus U, μ_u und σ_u erhalten wir u nach:

$$u = \frac{U - \mu_u}{\sigma_u}$$

Aus der Tabelle können wir jetzt den zum jeweiligen u gehörigen p-Wert entnehmen. Der p-Wert der Tabelle gilt für die einseitige Fragestellung, für die zweiseitige ist er zu verdoppeln.

2.9 Art der Fragestellung:

2.91 Gruppe 1:

2.911 Nullhypothese: Die Reißkraft ändert sich nicht mit der Zeit

Alternativhypothese: Die Reißkraft nimmt zu oder ab.

Es handelt sich um eine zweiseitige Fragestellung.

2.912 Nullhypothese: Es besteht kein Unterschied in der Reißkraft der mit zwei verschiedenen Materialien genähten Wunde.

Alternativhypothese: Die Reißkraft ist bei einem Material größer.

Auch hier liegt eine zweiseitige Fragestellung vor.

2.92 Gruppe 2:

2.921 Nullhypothese: Die Reißkraft ändert sich nicht mit der Zeit.

Alternativhypothese: Die Reißkraft nimmt zu oder ab.

Es liegt eine zweiseitige Fragestellung vor.

2.922 Nullhypothese: Es besteht kein Unterschied zwischen der Reißfestigkeit der Wunden bei belassenem oder entferntem Faden bei einem Material.

Alternativhypothese: Die Reißfestigkeit ist bei belassenem Faden größer.

Hier handelt es sich um eine einseitige Fragestellung.

2.923 Nullhypothese: Die Reißfestigkeit der mit Mersilene^R und Dexon^R (PGS) genähten Wunden ist bei belassenem bzw. entferntem Faden gleich.

Alternativhypothese: Die Reißfestigkeit ist bei einem Material größer.

Es liegt eine zweiseitige Fragestellung vor.

2.924 Nullhypothese: Es besteht kein Reißfestigkeitsunterschied zwischen mit Mersilene und Dexon genähten Wunden, wenn der Mersilene-Faden vor der Messung entfernt wird.

Alternativhypothese: Die mit Dexon genähten Wunden sind stärker.

Wir haben eine einseitige Fragestellung.

2.93 Vergleiche zwischen Gruppe 1 und 2:

- 2.931 Nullhypothese: Es besteht kein Unterschied in der Reißfestigkeit von Wunden, die mit Mersilene^R (Gruppe 2) oder Catgut (plain und chromiert) und Dexon^R (PGS) nebeneinander (Gruppe 1) verschlossen wurden. (Mersilene-Fäden nicht entfernt!)

Alternativhypothese: Die mit Mersilene genähte Linea alba weist eine höhere Reißfestigkeit auf.

Es liegt eine einseitige Fragestellung vor.

- 2.932 Nullhypothese: Es besteht kein Reißfestigkeitsunterschied zwischen Wunden, die mit Catgut (plain und chromiert) und Dexon^R (PGS) nebeneinander bzw. Mersilene^R genäht wurden, wenn man die Mersilene-Fäden vor der Messung entfernt.

Alternativhypothese: Eine der beiden Wunden ist fester.
Hier handelt es sich um eine zweiseitige Fragestellung.

- 2.933 Nullhypothese: Die Reißfestigkeit von Wunden, die mit Dexon^R (PGS) in Nachbarschaft von Mersilene^R genäht wurden (Gruppe 2) ist gleich der von Wunden, die mit Dexon^R in Nachbarschaft von Catgut verschlossen wurden (Gruppe 1).

Alternativhypothese: Die Reißfestigkeit bei der Naht mit Dexon^R in Nachbarschaft von Mersilene^R (Gruppe 2) ist größer.

Hier liegt eine einseitige Fragestellung vor.

- 2.934 Nullhypothese: Wunden, die mit Dexon^R (PGS) in Nachbarschaft von Mersilene^R verschlossen wurden (Gruppe 2), weisen keinen Reißfestigkeitsunterschied zu solchen Wunden auf, die mit Catgut (plain und chromiert) genäht wurden (Gruppe 1).

Alternativhypothese: Eine der beiden Wunden ist fester.

Es handelt sich um eine zweiseitige Fragestellung.

2.94 Gruppe 3:

Nullhypothese: Die Reißfestigkeit der mit Catgut implantierten Dexon^R-Schlaufen ist gleich der von allein gelegenen Dexon^R-Schlaufen.

Alternativhypothese: Eine der beiden Reißfestigkeiten ist größer.

Hier handelt es sich um eine zweiseitige Fragestellung.

3. E r g e b n i s s e

3.1 Gruppe 1:

3.11 Änderung der Reißfestigkeit der mit Catgut (plain und chromiert) und Dexon (PGS) genähten linea alba über die Zeit

3.111 Catgut (plain) der Stärke 0 (Tab. 1)

Über die gesamte Zeit konnten wir keine signifikante Änderung der Reißfestigkeit der mit Catgut (plain) versorgten linea alba feststellen. Die Festigkeit schwankte zwischen 6,51 kp/cm (10. Tag) und 7,07 kp/cm (18. Tag). Bei den Reißproben war zu beobachten, daß bis zum 21. Tag zunächst die Wundränder auseinanderwichen und nur der Faden die Gewebstücke zusammenhielt. Am 18. Tag schnitten sodann bei höherer Belastung sämtliche Fäden durch die Wundränder hindurch. Am 21. Tag zerrissen 10 % der Fäden, während die übrigen ebenfalls durchschnitten. Am 28. Tag war schließlich die Reißfestigkeit des Narbengewebes so groß, daß die Wunde sofort zerriß und ein Einfluß des Fadens nicht mehr zu erkennen war.

3.112 Catgut (chromiert) 2/0 (Tab. 2)

Auch hier konnten wir über die gesamte Zeit keine signifikante Reißfestigkeitsänderung finden. Die Festigkeit lag zwischen 7,55 kp/cm am 14. Tag und 6,46 kp/cm am 10. Tag. Bis zum 21. Tag erfolgte zunächst ein Auseinanderweichen der Wunde und dann ein Durchschneiden der Fäden durch die Wundränder. Am 28. Tag zerrissen dagegen 60 % der Fäden.

3.113 Dexon (PGS) 2/0

(Tab. 3)

Die Reißfestigkeit der mit Dexon^R (PGS) genähten Linea alba war mit 7,52 kp/cm am 14. Tag am größten. Vom 10. auf den 14. Tag erfolgte ein Anstieg um 0,99 kp/cm, der signifikant war. Am 14. Tag war zu beobachten, daß die Wundränder zunächst auseinanderwichen und nur durch die Fäden zusammengehalten wurden. Dann schnitt der Faden allerdings nicht durch die Wundränder hindurch, sondern zerriß. Am 18. Tag schließlich war das Nahtmaterial soweit resorbiert, daß es keine meßbare Festigkeit mehr aufwies. Die Reißfestigkeit des Narbengewebes war hier also allein für den Zusammenhalt der Wunde verantwortlich. Wir fanden einen Abfall der Reißfestigkeit von 7,52 kp/cm am 14. Tag auf 5,07 kp/cm am 18. Tag. Von hier stieg sie bis zum 28. Tag wieder bis auf 6,94 kp/cm an.

3.12 Vergleich der Reißfestigkeit der mit Catgut (plain bzw. chromiert) bzw. Dexon (PGS) genähten Linea alba am 7., 10., 14., 18., 21. und 28. Tag p.o.

3.121 7. Tag p.o.

(Tab. 4)

Es bestand kein Unterschied zwischen den mit Catgut (plain und chromiert) genähten Wunden. Die Mittelwertsdifferenz von 0,02 kp/cm liegt im Bereich der Meßgenauigkeit. Beide lagen jedoch über der Reißfestigkeit der mit Dexon^R (PGS) verschlossenen Linea alba, und zwar um 0,24 bzw. 0,26 kp/cm. Der Unterschied war nicht signifikant.

3.122 10. Tag p.o.

(Tab. 5)

Zwischen der Festigkeit der mit Catgut (plain bzw. chromiert) bzw. Dexon (PGS) genähten linea alba ließ sich kein signifikanter Unterschied feststellen. Die Mittelwerte lagen zwischen 6,46 kp/cm (chrom. Catgut) und 6,53 kp/cm (Dexon).

3.123 14. Tag p.o.

(Tab. 6)

Die Reißfestigkeit der mit Catgut (chromiert) und Dexon^R (PGS) verschlossenen Wunden wies mit 7,55 bzw. 7,52 kp/cm praktisch keinen Unterschied auf. Die mit Catgut (plain) genähte Linea alba lag mit 7,0 kp/cm nicht signifikant unter diesen Werten.

3.124 18. Tag p.o.

(Tab. 7)

Die Reißfestigkeit der mit Dexon (PGS) genähten Linea alba lag mit 5,07 kp/cm signifikant unter der der mit plain Catgut (7,07 kp/cm) und chromiertem Catgut (7,16 kp/cm) verschlossenen.

3.125 21. Tag p.o.

(Tab. 8)

Auch hier lag die Reißfestigkeit der mit Dexon (PGS) verschlossenen Wunden mit 5,31 kp/cm signifikant unter der der mit plain Catgut (6,53 kp/cm) bzw. chromiertem Catgut (7,1 kp/cm) genähten.

3.126 28. Tag p.o.

(Tab. 9)

Die Reißfestigkeit der mit Catgut (chromiert) verschlossenen Linea alba lag mit 7,46 kp/cm signifikant über der der mit Catgut (plain) genähten, die nur 6,68 kp/cm betrug. Die Reißfestigkeit der mit Dexon^R (PGS) genähten Wunden lag mit 6,94 kp/cm

zwischen den beiden anderen und war weder zur einen noch zur anderen signifikant unterschiedlich.

3.2 Gruppe 2:

3.21 Änderung der Reißfestigkeit der mit Mersilene^R 2/0 und Dexon^R (PGS) 2/0 genähten Linea alba über die Zeit bei belassenem bzw. entferntem Faden

3.211 Mersilene, Faden belassen (Tab. 10)

Vom 18. auf den 21. Tag erfolgte kein signifikanter Anstieg der Reißfestigkeit. Diese stieg jedoch vom 21. auf den 28. Tag von 7,69 auf 9,12 kp/cm signifikant an ($p \ll 0,002$). Die Reißfestigkeit am 28. Tag entsprach 75,7 % des Normwertes für die unverletzte Linea alba.

3.212 Mersilene, Faden entfernt (Tab. 11)

Hier war ein nahezu linearer Anstieg der Reißfestigkeit vom 18. zum 28. Tag zu beobachten. Der Anstieg war in beiden Zeitabschnitten signifikant.

3.213 Dexon, Faden belassen (Tab. 12)

Einem flacheren Reißfestigkeitsanstieg vom 18. auf den 21. Tag folgte ein steiler Anstieg zum 28. Tag. Die Reißfestigkeit erreichte am 28. Tag mit 8,93 kp/cm 74,1 % des Normwertes.

3.214 Dexon, Faden entfernt (Tab. 13)

Ein Entfernen der Fäden war nicht möglich, da diese schon beim Berühren mit der Pinzette zerfielen. Wir beschränkten uns darauf, die Fäden ventral und dorsal der Bauchdecke zu durchtrennen. Auch hier war der Reißfestigkeitsanstieg linear vom

18. zu 28. Tag. Der Anstieg war in beiden Zeiträumen signifikant. Die Reißfestigkeit erreichte am 28. Tag 70 % der Norm.

3.22 Einfluß des Fadens auf die Reißfestigkeit der mit Mersilene 2/O und Dexan 2/O genähten Linea alba

3.221 Mersilene (Tab. 14)

Am 18. und 21. Tag fand sich ein noch signifikanter Unterschied der Reißfestigkeit bei belassenem bzw. entferntem Faden. Dieser betrug am 18. Tag 2,53 kp/cm und am 21. Tag 1,42 kp/cm zugunsten des belassenen Fadens. Der Unterschied von 0,8 kp/cm am 28. Tag war nicht mehr signifikant.

3.222 Dexon (Tab. 15)

Hier konnten wir zu keiner der drei Zeiten einen signifikanten Unterschied zwischen belassenem und entferntem Faden feststellen.

3.23 Vergleich der Reißfestigkeit zwischen der mit Mersilene 2/O und Dexon 2/O genähten Linea alba

3.231 Mersilene-Dexon, Fäden belassen (Tab. 16)

Am 18. und 21. Tag fanden wir einen sehr signifikanten Unterschied. Die Reißfestigkeit der mit Mersilene genähten Linea alba lag um 2,04 (18. Tag) bzw. 1,32 kp/cm (21. Tag) höher als die der mit Dexon genähten. Am 28. Tag war ein Unterschied von 0,12 kp/cm zugunsten des Dexons nicht signifikant.

3.232 Mersilene-Dexon, Fäden entfernt (Tab. 17)

Zu keiner der drei Zeiten konnten wir einen signifikanten Unterschied feststellen.

3.23 Mersilene (ohne Fäden) - Dexon (mit Fäden) (Tab. 18)

Hier konnte zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

3.3 Vergleiche zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2:

3.31 Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/O (Gruppe 2) und Catgut (plain) O/O, Catgut (chromiert) 2/O und Dexon 2/O (Gruppe 1) verschlossener Linea alba. Die Fäden wurden belassen

3.311 Mersilene - Catgut (plain) (Tab. 19)

Am 18. Tag fand sich kein signifikanter Unterschied. Die mit Mersilene genähte Linea alba wies am 21. Tag eine um 1,16 kp/cm und am 28. Tag eine um 2,44 kp/cm signifikant höhere Reißfestigkeit auf.

3.312 Mersilene - Catgut (chrom.) (Tab. 20)

Auch hier fand sich am 18. Tag kein Unterschied. Am 21. und 28. Tag lag die Reißfestigkeit der mit Mersilene verschlossenen Wunden um 0,59 bzw. 1,66 kp/cm signifikant höher.

3.313 Mersilene - Dexon (in der Nachbarschaft von Catgut) (Tab. 21)

Zu allen drei Zeiten lag die Reißfestigkeit der mit Mersilene genähten Linea alba über der mit Dexon in der Nachbarschaft von Catgut verschlossenen. Der Unterschied betrug zwischen 2,18 (28. Tag) und 2,38 kp/cm am 21. Tag. Die Unterschiede waren jeweils hoch signifikant ($p < 0,01$).

3.32 Vergleich der Reißfestigkeit der mit Mersilene 2/0 (Gruppe 2) und Catgut (plain) 0/0 Catgut (chromiert) 2/0 und Dexon 2/0 (Gruppe 1) verschlossenen Linea alba. Die Mersilene-Fäden wurden vor der Messung entfernt

3.321 Mersilene - Catgut (plain) (Tab. 22)

Am 18. Tag war die Reißfestigkeit der mit Catgut (plain) verschlossenen Linea alba um 2,26 kp/cm größer. Am 21. Tag fand sich kein signifikanter Unterschied. Am 28. Tag lag die Reißkraft der mit Mersilene genähten Wunden (Fäden vor der Messung entfernt) um 1,64 kp/cm signifikant über der der mit Catgut (plain) genähten.

3.322 Mersilene - Catgut (chrom.) (Tab. 23)

Hier fand sich nur am 18. Tag eine signifikant um 2,25 kp/cm höhere Reißkraft der mit Catgut (chromiert) genähten Wunden.

3.323 Mersilene - Dexon (in der Nachbarschaft von Catgut) (Tab. 24)

Am 18. und 21. Tag fanden wir keine signifikanten Unterschiede. Am 28. Tag lag die Reißfestigkeit der mit Mersilene genähten Linea alba (Fäden entfernt!) signifikant über der der mit Dexon in der Nachbarschaft zu Catgut verschlossenen.

3.33 Vergleich der Reißfestigkeit der mit Dexon 2/0 in der Nachbarschaft von Catgut (Gruppe 1) zu der der mit Dexon 2/0 in der Nachbarschaft von Mersilene (Gruppe 2) genähten Linea alba (Tab. 25)

Am 18. Tag fanden wir keinen Unterschied. Die Festigkeitskurve bei Naht mit Dexon in der Nachbarschaft

von Catgut stieg dann jedoch langsamer, so daß am 21. und 28. Tag diese Wunden um 1,06 (21. Tag) bzw. 1,99 kp/cm (28. Tag) schwächer waren.

3.34 Vergleich der Reißfestigkeit von mit Dexon 2/0 (in der Nachbarschaft von Mersilene) und Catgut (plain und chromiert) verschlossenen Wunden

3.341 Dexon (in Nachbarschaft zu Mersilene) - Catgut (plain)
(Tab. 26)

Am 18. Tag fand sich eine um 1,77 kp/cm signifikant höhere Reißkraft bei den mit Catgut verschlossenen Wunden. Keinen Unterschied fanden wir am 21. Tag. Die Reißfestigkeit der mit Dexon in Nachbarschaft zu Mersilene genähten Linea alba war am 28. Tag um 2,25 kp/cm höher als die der mit Catgut (plain) verschlossenen.

3.342 Dexon (in Nachbarschaft zu Mersilene) - Catgut (chrom.)
(Tab. 27)

Nur am 18. Tag fand sich ein signifikanter Unterschied von 1,86 kp/cm zugunsten der mit Catgut (chrom.) verschlossenen Linea alba. Am 21. Tag lag die Reißfestigkeit der mit Catgut (chrom.) genähten Wunden um 0,73 kp/cm, am 28. Tag die der mit Dexon genähten um 1,47 kp/cm. Diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

3.4 Gruppe 3: (Tab. 28)

Die mittlere Schlaufenreißkraft der allein implantierten Dexon-Schlaufen betrug 3,53 kp, die der mit Catgut implantierten 3,41 kp. Der Unterschied war nicht signifikant ($2p = 0,852$).

Reißfestigkeit kp / cm

Reißfestigkeit in %
des Normwerts

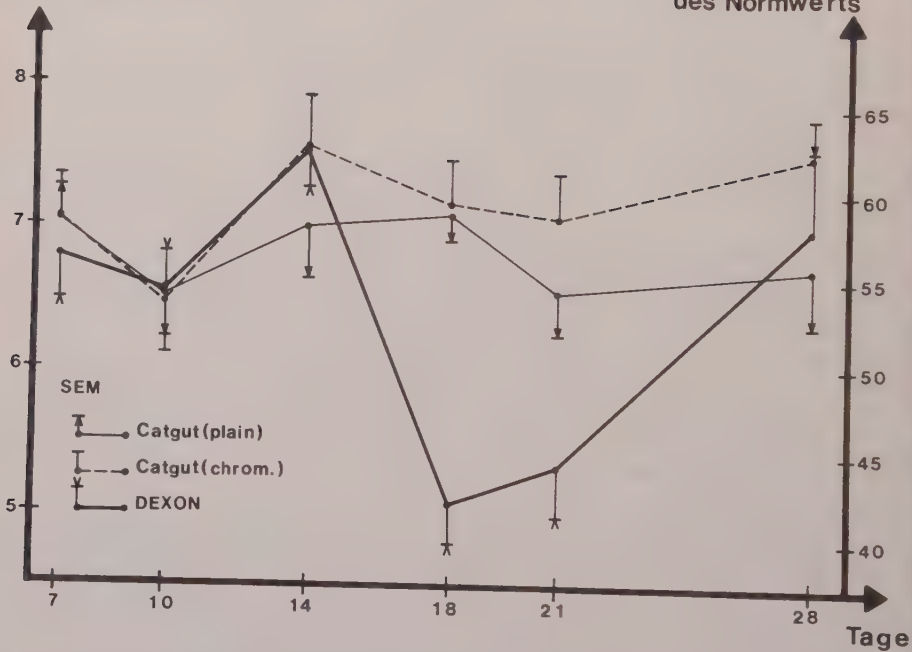


Abb. 6: Reißfestigkeit von mit Catgut (plain) der Stärke 0 und Catgut (chromiert) bzw. Dexon^R (PGS), jeweils der Stärke 2/0, verschlossener Linea alba. Eingetragen sind die Mittelwerte und der sem (standard error of the mean). Der Normwert entspricht der Reißfestigkeit der unverletzten Linea alba. Er beträgt 12,055 kp/cm.

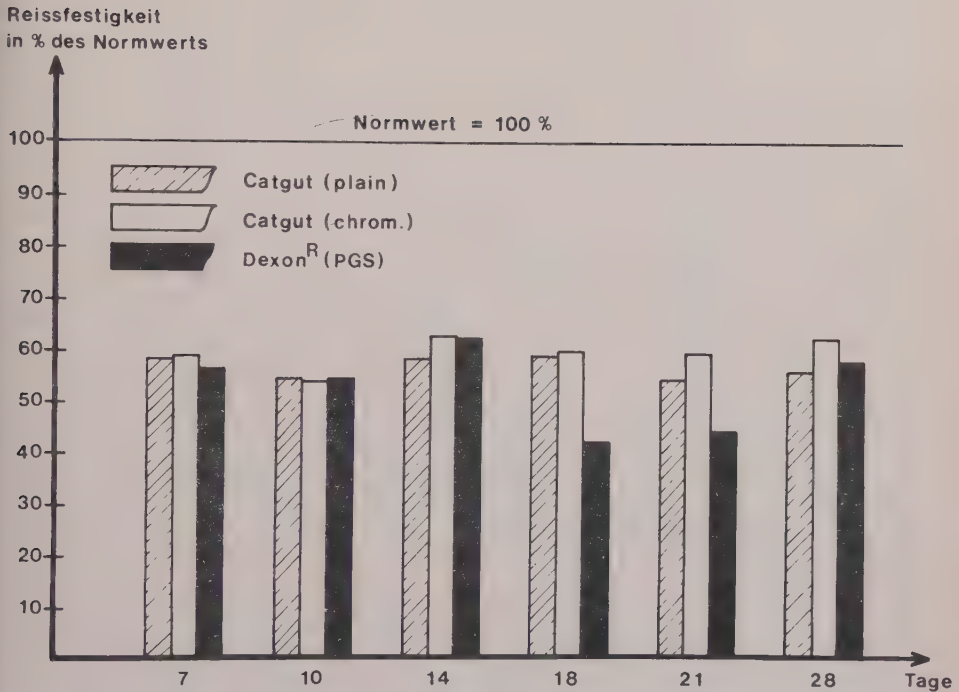


Abb. 7: Reißfestigkeitsunterschiede zwischen mit Catgut (plain) 0/0, Catgut (chromiert) 2/0 und Dexon^R (PGS) 2/0 genähter Linea alba. Der Normwert ist die Reißfestigkeit der unverletzten Linea alba; er beträgt 12,055 kp/cm. Die Festigkeit des Faszienverschlusses ist also bei Verwendung von Dexon^R (PGS) zwischen dem 18. und dem 21. Tag deutlich vermindert.

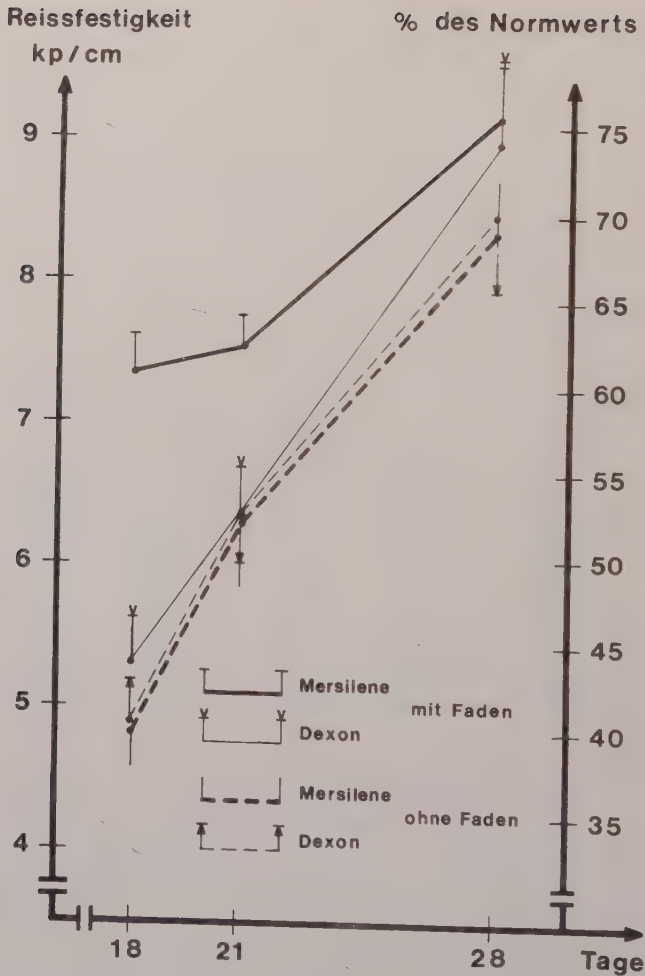


Abb. 8: Reißfestigkeitsänderung von mit Mersilene^R (Polyester) und Dexon^R (PGS) genähter Linea alba, mit und ohne Faden. Eingetragen sind die Mittelwerte und der sem (standard error of the mean). Der Normwert beträgt 12,055 kp/cm und entspricht der Reißfestigkeit der unverletzten Linea alba.

Reißfestigkeit in % des Normwerts

- 33 -

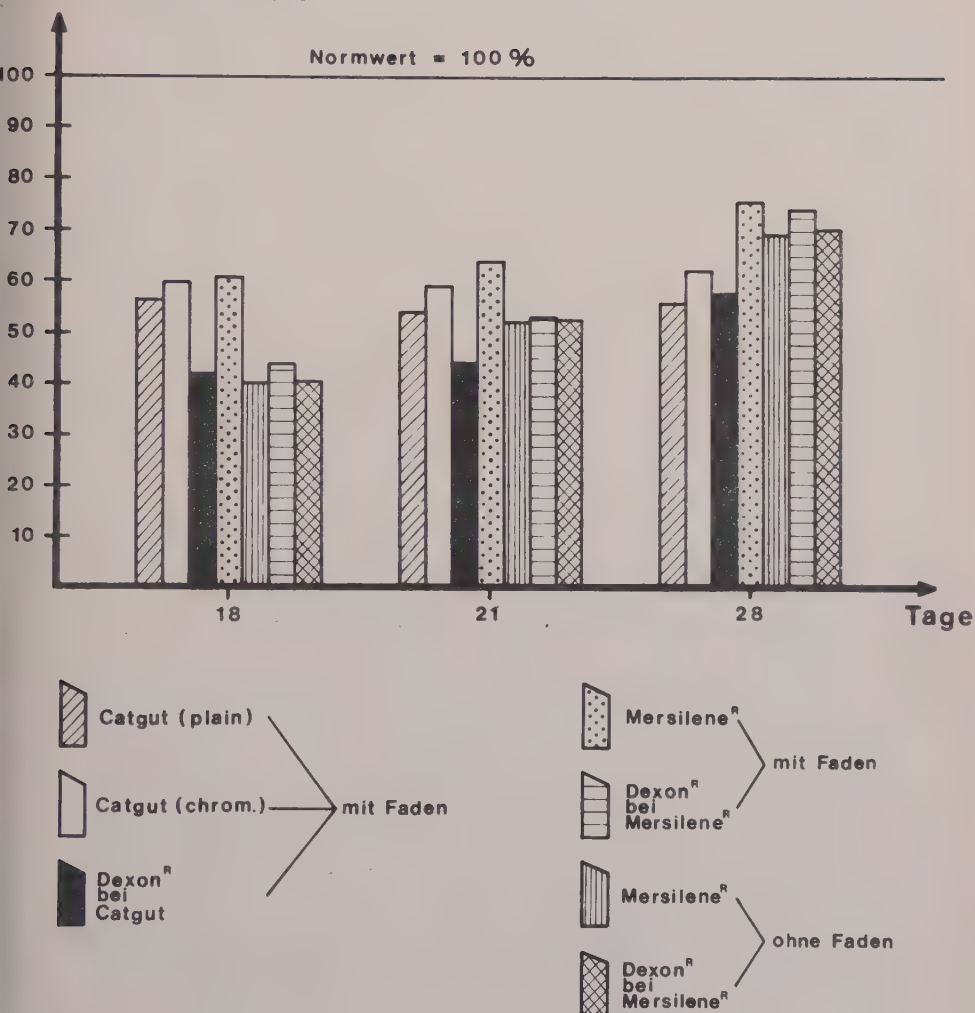


Abb. 9: Reißfestigkeitsunterschiede von mit Catgut (plain) O/O, Catgut (chromiert) 2/O, Dexon^R (PGS) 2/O (in Nachbarschaft von Catgut bzw. Mersilene) und Mersilene^R 2/O verschlossener Linea alba. Der Normwert ist die Reißfestigkeit der unverletzten Linea alba; er beträgt 12,055 kp/cm. Die Festigkeit der mit Mersilene^R genähten Wunde war nach 28 Tagen auch nach Entfernung der Fäden größer als diejenige der mit Catgut genähten. Die mit Dexon^R (PGS) genähten Faszien wiesen in der Nachbarschaft von Catgut (Entzündungsauswirkungen?) eine besonders geringe Festigkeit auf.

4. D i s k u s s i o n

4.1 Material und Methode

4.11 Versuchstiere

Für unsere Versuche wählten wir Kaninchen der Rasse Großsilber mit einem Gewicht von $3,8 \pm 0,3$ kg. Die Einhaltung eines möglichst einheitlichen Gewichts war notwendig, um eine größere Schwankungsbreite der Ergebnisse zu vermeiden. Die Tiere waren 7 bis 9 Monate alt. HOWES und HARVEY stellten fest, daß bei jungen Ratten die Bindegewebsneubildung in einer Wunde früher beginnt als bei älteren. Darin sahen sie den Grund für eine raschere Reißfestigkeitszunahme bei jüngeren Tieren und nicht in einer vermehrten Bindegewebsbildung. STRUCK fand, daß die Granulationsbildung bei älteren Tieren verzögert ist, wofür wahrscheinlich eine im Alter herabgesetzte immunologische Abwehrleistung und eine verminderte Durchblutung verantwortlich sind. LECOMTE du NOÛY untersuchte die Altersabhängigkeit der Wundheilung mit Hilfe der Verkleinerung von Oberflächenwunden. Er zeigte, daß die "Geschwindigkeit", mit der sich die Fläche einer Hautwunde verkleinert, unter anderem eine Funktion der Größe der Verletzung und des Alters ist.

Besonderer Wert wurde auf eine gleichmäßige Ernährung der Tiere gelegt. ADAMSONS und ENQUIST zeigten, daß Vitamin C-Mangel zu einer Verzögerung der Wundheilung führt. Das von uns verwandte Spezialfutter Ovator-Solikanin^R enthielt alle Nährstoffe und Vitamine in ausreichender Menge.

4.12 Narkose

Zur Anaesthesie benutzten wir einen Kleintiernarkosekasten nach HINZ (Abb. 2). Das verwandte Narkosemittel Halothan^R hatte für unsere Zwecke zwei entscheidende Vorteile. Erstens waren Dosierung und Handhabung leicht. Zweitens führte es zu einer relativ guten Relaxation des Tieres, was bewirkte, daß die Wundränder nicht durch einen starken Tonus der Bauchmuskeln auseinanderklafften. Dadurch konnte der zur Adaptation der Ränder notwendige Fadenzug gering gehalten werden.

4.13 Operationstechnik

Das Freilegen eines großen Teils der Bauchwand durch die Abpräparation eines rechteckigen Hautlappens (Abb. 5) stellte zwar eine geringe Vergrößerung des Eingriffs dar, die Hautwunde heilte jedoch überwiegend komplikationslos: Die Methode bot den Vorteil, daß es zu keinen nennenswerten Verwachsungen zwischen der Hautwunde und der Linea alba kam, was bei der späteren Präparation der Gewebeproben leicht zu Beschädigungen der Narbe und damit zu falschen Meßergebnissen geführt hätte.

Durch das Anzeichnen der Punkte beiderseits der Linea alba, durch die die Nähte ein- und ausgestochen wurden, waren Nahtabstand und Nahtbreite des gefaßten Wundrandes stets gleich.

NOCKEMANN hat erst kürzlich wieder darauf hingewiesen, daß der Abstand zwischen zwei Nähten so klein sein soll, daß die Wundränder überall gut adaptiert werden. Andererseits sollten die Nahtabstände aber so groß wie möglich sein, um die Menge des versenkten Nahtmaterials gering zu halten und

die Wundranddurchblutung möglichst wenig zu beeinträchtigen. Ein Nahtabstand von 6 mm hatte sich aufgrund von Vorversuchen als guter Kompromiß erwiesen. Wir erhielten auf diese Weise Gewebeproben von 15 bis 17 mm Breite - abhängig vom Grad der Narbenschrinkung -, die jeweils drei Fäden eines Materials enthielten. Die Nähte wurden 5 mm vom Wundrand entfernt ein- und ausgestochen. Die freien Blutkapillaren am Wundrand sind gegen Gewebedruck besonders empfindlich. NOCKEMANN empfiehlt daher, mit der Naht einen möglichst breiten Wundrand zu fassen. Andererseits zeigte PRESTON, daß bei zu weit gefaßter Naht durch Einrollen der Wundränder ein schlechter Kontakt zwischen diesen entsteht, so daß eine geschwächte und komplikationsfreudige Wunde resultiert. Uns erschienen 5 mm am günstigsten, um beiden Forderungen gerecht zu werden.

Zum Verschuß der Linea alba wählten wir Einzelknopfnähte. Ihr Vorteil besteht darin, daß das Gewebe nicht so sehr in der Längsrichtung zusammengezogen wird wie bei der fortlaufenden Naht. Durch das Zusammenziehen wird die Durchblutung des Wundrandes herabgesetzt. Die Haut wurde dagegen durch fortlaufende Naht verschlossen. Dadurch konnte ein Eindringen von Infektionserregern weitgehend verhindert werden. Dies war insofern von Bedeutung, als sich die Tiere einen Verband in wenigen Stunden wieder abgerissen hätten. Bei dieser Technik hatten wir tatsächlich nur selten Wundinfektionen. Ein stützender Verband ist ferner auch nicht ohne Einfluß auf die Festigkeitszunahme der Wunde. HISHIHARA und PRUDDEN zeigten tierexperimentell, daß durch einen Verband entlastete Wunden in der Bauchwand eine geringere Reißfestigkeit aufweisen als solche ohne Verband. Ihrer Meinung nach bedarf es eines

gewissen Zuges an der Wunde, um die Heilung zu beschleunigen.

Wir verwandten einen einfach überkreuzten, gegenläufigen Knoten, über den noch ein dritter, ebenfalls gegenläufig, zur Sicherung gelegt wurde. Nach PENSCHORN ist der einfach überkreuzte Knoten bei den von uns verwandten Fadenstärken dem chirurgischen und dem doppelt überkreuzten Knoten gleichwertig.

Die Knoten wurden nur so stark angezogen, daß die Wundränder sich leicht aneinanderlegten. MICHEL zeigte, daß eine Wunde, deren Ränder nur locker adaptiert werden, schneller an Reißfestigkeit gewinnt als eine solche, bei der mit großer Fadenspannung geknüpft wird. TAUBER u. Mit. fanden, daß bei fest angezogener Naht die Durchblutung des Wundgebiets vermindert ist. Die von ihnen durchgeführten thermographischen Untersuchungen ergaben, daß bei zu fest geknüpfter Naht eine durchblutungsbedingte Überwärmung des Wundgebiets erst später auftritt als bei locker geknüpfter. HAXTON stellte bei Untersuchungen an Leichenfaszien fest, daß stark angezogene Nähte leichter durch den Wundrand schneiden als locker geknotete.

Um genau reproduzierbare Versuchsbedingungen zu haben, zeichneten wir die Nähte mittels einer Schablone an (Abb. 3). Dadurch erreichten wir gleichzeitig, daß die Schnittlänge immer 10,8 cm betrug. HISHIHARA und PRUDDEN fanden, daß die Festigkeit abdomineller Wunden von der Schnittlänge abhängig ist. Dieser Einfluß ist besonders groß, wenn die Schnittlänge weniger als 50 % der maximal möglichen beträgt.

Die Reihenfolge der Nahtmaterialien wurde laufend so gewechselt, daß jedes Material gleich oft an gleicher Stelle cranial und caudal des Nabels zu liegen kam. ADAMSONS und Mit. zeigten, daß die Festigkeit der unverletzten Bauchwand des Meer-schweinchens von cranial nach caudal abnimmt. GRAY und HERBERT stellten das gleiche für die Rücken-faszie des Kaninchens fest. Sie konnten sogar eine Funktion finden, mit deren Hilfe sie die an ver-schiedenen Punkten gewonnenen Meßwerte korrigierten. Wir schlossen einen Fehler durch die oben genannte Tatsache dadurch aus, daß wir die Reihenfolge der Nahtmaterialien kontinuierlich wechselten.

4.14 Benutzte Nahtmaterialien, Handhabung und Knotensicherheit

Bei der Auswahl des Nahtmaterials gingen wir von gleicher Schlaufenreißfestigkeit im trockenen Zu-stand aus. In Vorversuchen fanden wir, daß sie bei Catgut (plain) der Stärke 0, Catgut (chromiert), PGS und Mersilene^R (Polyester) jeweils der Stärke 2/0, gut übereinstimmte. JENKINS fand für chro-miertes Catgut mehrerer Stärken von verschiedenen Herstellern Unterschiede in der Resorptionszeit von bis zu 11 Tagen. Deshalb achteten wir darauf, daß die von uns verwandten Nahtmaterialien aus einer Lieferung des gleichen Herstellers stammten.

Die Handhabungseigenschaften von PGS und Mersilene^R sind sehr ähnlich. Beide Materialien sind sehr griffig und geschmeidig, während das Catgut durch seine Steifigkeit sehr viel unhandlicher ist. Wie v. BARY u. Mit. konnten auch wir feststellen, daß PGS zu einer gewissen elektrostatischen Aufladung neigt, was oft zu einem "Kleben" am Handschuh führt. Im Gegensatz zu den anderen Materialien hat PGS

eine sehr raue Oberfläche, die durch einen gewissen Sägeeffekt leicht zum Durchschneiden des Fadens führt. Aus diesem Grund lehnen STREICHER und VOSS PGS zur Serosanastomose ab. Auch DAUME empfiehlt, Catgut bei der überwindlichen Naht des Uterus nach Kaiserschnitten vorzuziehen.

Wie DAUME und v. BARY u. Mit. konnten auch wir feststellen, daß von den resorbierbaren Materialien die PGS dem Catgut in bezug auf die Knotensicherheit hoch überlegen ist. Mit dem zweiten gegenläufigen Knoten läßt sich der erste nicht mehr verschieben, er muß also gleich exakt placiert werden. Mersilene^R verhält sich in dieser Beziehung ähnlich. Die gute Knotensicherheit der PGS wird besonders im nassen Zustand deutlich. Während Catgut durch Flüssigkeitsaufnahme stark quillt, ist dieses bei PGS oder Mersilene^R nicht der Fall. Die Quellung von Catgut kann dazu führen, daß zu kurz abgeschnittene Fadenenden in den Knoten zurückschlüpfen und so sein Aufgehen bedingen. HOWES implantierte Schlaufen aus PGS sowie aus Catgut (plain und chromiert) in die Muskulatur von Kaninchen. Nach drei Tagen waren 11 % der PGS-Knoten und zwischen 50 und 66 % der Catgut-Knoten aufgegangen. Wir schnitten daher die Fadenenden 5 mm über dem letzten Knoten ab und konnten bei der von uns angewandten Naht- und Knotentechnik in keinem Fall ein Aufgehen von Knoten beobachten.

Beim Catgut ist außerdem noch besonders darauf zu achten, daß der erste Knoten stets mit der rechten Hand geschlungen wird. HUDEMANN zeigte, daß die normale Torsion dieses Materials nach rechts gerichtet ist. Wird nun der erste Knoten links herum geknüpft, so kommt es besonders im Bereich des Knotens zu einer Aufdrehung des Fadens. Damit ver-

größert sich seine Oberfläche und bietet den Phagozyten eine bessere Angriffsmöglichkeit, was zu einer schnelleren Resorption des Fadens führt.

4.2 Mechanische Eigenschaften verschiedener Gewebe bei unbeeinflusster Wundheilung

Das Phänomen der Wundheilung hat zahlreiche Forscher in der ganzen Welt beschäftigt. HOWES u. Mit. stellten fest, daß die Wiederherstellung im Falle einer Wunde zwei wesentliche Forderungen erfüllt:

1. Die Wiederherstellung der Kontinuität des Gewebes
2. Die Wiederherstellung seiner Funktion

Diese Funktion ist bei verschiedenen Arten von Geweben unterschiedlich. Erfüllen parenchymatöse Organe wie Leber und Niere spezielle Aufgaben im Rahmen des Stoffwechsels, so ist die Funktion der Faszen, Sehnen, Muskeln und Wände von Hohlorganen im wesentlichen eine mechanische. Diese mechanische Funktion besteht unter anderem darin, angreifenden Kräften Widerstand entgegenzusetzen. Wird ein Gewebe mit überwiegend mechanischer Funktion durchtrennt, so hat eine Vereinigung durch eine Naht diese Aufgabe zu übernehmen, zumindest so lange, bis die Narbe ausreichend fest geworden ist. Danach ist die Aufgabe der Naht erfüllt und es wäre wünschenswert, wenn diese dann aus dem Wundgebiet verschwinden würde.

Über die Zeit, die eine Wunde zur Wiedergewinnung ausreichender Festigkeit benötigt, finden sich in der Literatur zahlreiche zum Teil widersprüchliche Aussagen. ADAMSONS und KAHAN untersuchten den zeitlichen Verlauf der Festigkeitszunahme verschiedener

Gewebe im Kaninchen. Dabei zeigte sich, daß eine operativ versorgte Magenschnittwunde nach einer Lag-Phase von 6 Tagen noch keine Festigkeit erlangt hat, aber am 9. Tag bereits um 20 % stärker ist als die unverletzte Magenwand. Im Gegensatz dazu fanden sich bei Muskel und Haut nach 15 Tagen erst 35 % und nach 21 Tagen erst 45 % der Festigkeit des unverletzten Gewebes. Bei Hautwunden von Meerschweinchen und Hunden fand BOTSFORD eine Lag-Phase von 4 Tagen und dann einen Anstieg der Reißfestigkeit bis zum 14. Tag. Danach änderte sich die Festigkeit nicht mehr. NELSON und DENNIS zeigten, daß Faszienwunden beim Kaninchen den steilsten Reißfestigkeitsanstieg zwischen dem 7. und dem 15. Tag zu verzeichnen haben. Nach 42 Tagen erreichen diese Wunden nur 80 % der Festigkeit des unverletzten Gewebes. Nach Meinung dieser Autoren ist die Aufgabe des Nahtmaterials nach 14 Tagen erfüllt. Zu einem völlig anderen Ergebnis kommen LICHTENSTEIN u. Mit., die die Elastizitätsgrenze von Faszienwunden bei Kaninchen bestimmten. Bei in situ belassenen Fäden beträgt dieser Wert über den ganzen Beobachtungszeitraum von 42 Tagen 71 % des Wertes der unverletzten Faszie. Ohne Fäden finden sich am 14. Tag 26 %, und am 62. Tag 41 % des Normwertes. Sie folgern daraus, daß die Festigkeit einer Faszienwunde in den ersten 2 Monaten allein von der Qualität der vereinigten Aponeurosen und der Festigkeit des Fadens bestimmt wird. LICHTENSTEIN sagt sogar, daß auf keinen Fall ein Nahtmaterial, welches in den ersten 2 Wochen fast seine gesamte Festigkeit verliert, für den Verschluß stark belasteten Gewebes benutzt werden darf.

HOWES u. Mit. untersuchen die Reißfestigkeit von Haut-, Muskel- und Faszienwunden bei Hunden.

Die Latenz-Periode ohne Reißfestigkeitsanstieg dauert bis zum 4. - 6. Tag, danach erfolgt ein Anstieg bis zum 14. Tag. Auch HOWES und HARVEY fanden, daß eine Faszienwunde nach dem 14. Tag nicht mehr an Reißfestigkeit gewinnt. Den Zusammenhang zwischen Reißfestigkeit und Zeit ermittelte auch DOUGLAS. Er stellte fest, daß eine Faszienwunde eine Lag-Phase von 4 Tagen besitzt. Danach findet sich ein linearer Verlauf der Reißfestigkeits/Zeit-Funktion, wenn man die Zeit logarithmisch aufträgt. Nach 30 Tagen besitzen die Wunden nur 50 % der Festigkeit unverletzten Gewebes und erreichen nach 2 Monaten 60 - 80 %. FAST u. Mit. untersuchten die Festigkeit von Bauchdeckenwunden beim Kaninchen bei Naht mit Seide. Am Operationstag fanden sie 42 %, nach 21 Tagen 79 % und nach 28 Tagen 81 % der Festigkeit unverletzten Gewebes. Die Nähte waren bei den Messungen in situ belassen.

Unsere Versuche ergaben, daß die Reißfestigkeit von mit Mersilene^R 2/0 genähter Linea alba des Kaninchens bis zum 28. Tag signifikant ansteigt, wenn man die Festigkeit der Wunde nach Entfernung der Fäden bestimmt. Am 28. Tag hat diese Wunde erst knapp 70 % der Festigkeit unverletzter Linea alba erreicht. Beläßt man die Fäden, so rufen sie bis zum 21. Tag noch eine signifikant höhere Reißfestigkeit hervor. Am 28. Tag ist der Unterschied nicht mehr statistisch sicher. Wir können also feststellen, daß die Aufgabe des Nahtmaterials nicht bereits mit dem 14. Tag erfüllt ist, sondern daß noch mindestens bis zum 21. Tag eine Unterstützung durch die Naht nachweisbar ist.

4.3 Resorption und Reißfestigkeitsverlust von Catgut und PGS

Als nächstes stellt sich nun die Frage, ob es ein resorbierbares Nahtmaterial gibt, welches einerseits genügend lange seine Festigkeit behält und gleichzeitig die Wundheilung nicht beeinträchtigt.

4.31 Resorption von Catgut

NOCKEMANN beschreibt den Vorgang der Catgut-Resorption folgendermaßen: Sie beginnt nach 30 Stunden mit einer Ansammlung von Fremdkörperriesenzellen und Fibroblasten. Diese vermehren sich bis zum 8. Tag. Es kommt dann zu einer Auflockerung der Fadenoberfläche und zu einem Eindringen von Granulationsgewebe in den Faden. Das Nahtmaterial zerfällt und wird von Wanderzellen abtransportiert. Wegen ihres Halogengehaltes sind Jod- und Chrompräparate für die Fermente schwerer angreifbar, ihre Resorption wird verzögert. HELPAU u. Mit. fanden nach der Implantation von Catgut in verschiedene Organe der Ratte erste Resorptionsercheinungen bei Catgut (plain) am 5. Tag, nach 10 Tagen waren $\frac{1}{3}$, nach 20 Tagen $\frac{4}{5}$ des Fadens resorbiert. Chromiertes Catgut bleibt histologisch bis zum 20. Tag weitgehend erhalten, danach findet sich eine allmählich zunehmende Resorption. Die durch das Catgut hervorgerufenen Entzündungsreaktionen sind in der Muskulatur stärker als in parenchymatösen Organen wie der Leber oder der Niere. Die Resorptionszeit war in allen drei Organen gleich. Noch nach 4 Monaten konnten BERGMAN u. Mit. Fadenreste von in Skelettmuskulatur implantiertem Catgut (chromiert) nachweisen.

4.32 Reißfestigkeitsverlust von Catgut

Hier finden sich in der Literatur zum Teil sehr widersprüchliche Angaben. Es fällt auf, daß in älteren Arbeiten der Reißfestigkeitsverlust von Catgut als viel rascher beschrieben wird als in Arbeiten, die nach 1950 erschienen sind. Der Grund hierfür liegt sicherlich in der Verfeinerung der Herstellungs- und besonders der Sterilisationsmethoden, auf die weiter unten noch näher eingegangen werden soll. DEITCH gibt 1946 an, daß sich chromiertes Catgut der Stärke 1 bereits nach 48 Stunden so weit aufgelöst hat, daß es zu Wundrupturen kommt. Starke Reißfestigkeitsverluste gibt auch BURKE 1940 an. Danach soll plain Catgut in 6 Tagen 90 % seiner ursprünglichen Reißfestigkeit einbüßen, während dieses bei halogeniertem Catgut erst nach 10 bis 20 Tagen der Fall ist. Im Gegensatz dazu stellte POSTLETHWAIT 1970 fest, daß chromiertes Catgut nach 28 Tagen noch 80 %, plain Catgut immerhin noch 50 % seiner ursprünglichen Festigkeit besitzt. HAXTON fand, daß Catgut, welches zur Naht des Peritoneums verwandt wurde, gleich schnell an Reißfestigkeit verliert wie solches, das zur Fasziennaht Anwendung fand. HOWES und HARVEY setzten den Reißfestigkeitsverlust von Catgut in Relation zur Festigkeitszunahme der Wunde. Bei ihrer Versuchsanordnung ergab sich, daß plain Catgut bis zum 5. Tag bereits soviel an Reißfestigkeit verliert, daß es praktisch keine Funktion mehr hat. Die Wunde hat zu diesem Zeitpunkt aber erst eine Festigkeit von 20 % in bezug auf das unverletzte Gewebe. Beim chromierten Catgut liegt der Zeitpunkt der Auflösung bei 7 Tagen. Zu diesem Zeitpunkt besitzt die Wunde allein bereits 60 % ihrer ursprünglichen Festigkeit.

Bei unseren Versuchen fanden wir, daß nach 21 Tagen die Catgut-Fäden beider Sorten, also plain und chromiert, noch eine höhere Festigkeit aufwiesen als die Wunde allein. Erst am 28. Tag zerrissen alle plain Catgut-Fäden, während 40 % der Catgut (chrom.)-Fäden noch hielten.

4.33 Resorption von PGS

Der Abbau von PGS erfolgt hydrolytisch. Nur geringfügig sind Leukozyten und Fremdkörperriesenzellen während der ersten Tage beteiligt. BERGMAN u. Mit. konnten 3 Monate nach der Implantation von PGS in die Skelettmuskulatur von Kaninchen keine Fadenreste mehr nachweisen.

4.34 Reißfestigkeitsverlust von PGS

Bei unseren Versuchen zerrissen alle PGS-Fäden nach 14 Tagen, was zu diesem Zeitpunkt jedoch keinen Einfluß auf die Festigkeit der Wunde hatte, da sie bei etwa der gleichen Belastung zerrissen, bei der die anderen Fäden durch den Wundrand schnitten. Dieses Ergebnis stimmt mit den Angaben anderer Autoren überein. PGS-Fäden, die zur mucocutanen Fixation des Anus praeter verwandt wurden, fielen nach etwa 14 Tagen ab, wobei sie während der ganzen Zeit Kontakt zu Stuhl hatten (v. BARY u. Mit.). ANSCOMBE benutzte PGS zur Hautnaht. Die Fäden fielen zwischen dem 14. und dem 34. Tag, im Durchschnitt nach 20 Tagen ab. ZILCH und KLENGEL fanden als mittlere Lösungszeit den 12. bis den 15. Tag, unabhängig von der Stärke des Materials. Sie sehen PGS nach dieser Zeit als nicht mehr belastbar an. Neben den klinischen Untersuchungen gibt es soch solche, die sich mit der Reißfestigkeit von PGS nach Implantation in tierisches Gewebe beschäftigen. HERRMANN u. Mit. sowie KATZ

und TURNER fanden übereinstimmend, daß PGS-Fäden nach 15 Tagen noch etwa 10 - 20 % ihrer ursprünglichen Festigkeit besitzen. Der Festigkeitsverlust erfolgt dabei linear. Bei unseren Versuchen ergab sich, daß in der Nachbarschaft von Catgut implantierte PGS-Fäden gleich schnell an Reißfestigkeit verlieren wie allein implantierte. KATZ und TURNER kamen zu dem gleichen Ergebnis.

Leider konnten wir keine Angaben über den Reißfestigkeitsverlust von PGS nach Implantation in menschliches Gewebe finden, es ist allerdings anzunehmen, daß keine wesentlichen Unterschiede bestehen.

4.4 Gewebeeigenschaften und immunogene Wirkung chirurgischer Nahtmaterialien

4.41 Gewebeeigenschaften

Jegliches Nahtmaterial wirkt im Gewebe als Fremdkörper. Als solcher ruft es eine Abwehrreaktion des Organismus hervor, die als besonderer Typ einer Entzündungsreaktion bezeichnet werden kann. Die Intensität dieser Reaktion ist je nach Art des Materials unterschiedlich. NOCKEMANN teilt die Nahtmaterialien nach dem Grad der von ihnen bewirkten Entzündungsreaktion in absteigender Folge ein:

chromiertes Catgut

jodiertes Catgut

plain Catgut

Zwirn

Seide

Kunststoffe

Tantal oder Stahl

PGS befand sich im Jahre 1967, als NOCKEMANN diese Einteilung vornahm, noch nicht im Handel.

Die Reaktion auf plain Catgut ist kurzdauernd und heftig, während chromiertes oder jodiertes Catgut eine schwächere, dafür aber sehr lang anhaltende Entzündung hervorruft. Diese kann sich über Monate erstrecken, so daß die Summe aller Abbaureaktionen ein Vielfaches der von Catgut plain ist. Bei nicht resorbierbaren Materialien besteht die Abwehr im günstigsten Falle in einer Einkapselung in eine bindegewebige Hülle, im ungünstigsten Fall in einer Abstoßung in Form einer Fadenfistel.

Findet man einerseits übereinstimmend die Aussage, daß Catgut die bei weitem stärksten Reaktionen hervorruft, so wird von PGS ebenso übereinstimmend das Gegenteil ausgesagt. WALLACE u. Mit. verglichen die Reaktion menschlicher Mundschleimhaut auf PGS, Catgut und Seide. Sie fanden, daß PGS nur minimale Reaktionen auslöste; diese waren sogar noch schwächer als die auf Seide. Auch v. BARY u. Mit., ZILCH und KLENGEL, EILERT u. Mit. und HERRMANN u. Mit. bezeichnen die gute Gewebsverträglichkeit als eine der herausragenden Eigenschaften der PGS. Sie wird von diesen Autoren etwa gleichgesetzt mit der von nicht resorbierbaren Kunststoffen.

Starke Entzündungserscheinungen an Wunden führen in vielen Fällen auch zu Verwachsungen mit der Umgebung. ALVAREZ-CORDERO u. Mit. fanden, daß bei der Naht von End zu End-Anastomosen der V.cava von Hunden mit Seide, Mersilene und PGS die wenigsten Verwachsungen bei der Verwendung von PGS auftraten. Am 60. Tag sah man bei Naht mit PGS eine normale Gefäßwand, während der Prozeß der Granulation und Kapselbildung um Mersilene und Seide noch anhielt.

LILLY u. Mit. untersuchten die Gewebsreaktion von Mundschleimhaut auf verschiedene nicht resorbierbare

Nahtmaterialien. Sie fanden, daß die Gewebereaktion auf monofile Fäden wie Nylon, Draht und auch chromiertes Catgut milder ist als die auf geflochtene oder verzwirnte wie Seide, teflonierter Polyester oder Baumwolle. Sie führen dieses Ergebnis auf die physikalischen Eigenschaften der Oberfläche zurück. Zwischen den Fasern von geflochtenem Material fanden sich bei einigen Untersuchungen Bakterien, die zum Teil als Ursache für die verstärkte Reaktion des Gewebes angesehen werden. POSTLETHWAIT beobachtete im Langzeitversuch über 2 Jahre die Gewebereaktion auf nicht resorbierbare Nahtmaterialien. Dabei zeigte sich, daß bei Nylon, Seide und Baumwolle nicht von nicht resorbierbaren Materialien im eigentlichen Sinne gesprochen werden kann, da diese im Laufe der Zeit aus dem Gewebe verschwinden. Die auch von uns verwandte Polyesterfaser Mersilene unterhielt während der Beobachtungszeit von 2 Jahren eine geringe Entzündungsreaktion, verlor jedoch nicht an Reißfestigkeit. Seide und Baumwolle reagierten am stärksten und riefen die heftigste Reaktion hervor. Nylon zeigte die beste Gewebsverträglichkeit und verlor in 2 Jahren ca. 30 % seiner ursprünglichen Reißfestigkeit.

4.42 Immunogenität von Catgut

Da es sich beim Catgut um tierisches Eiweiß handelt, stellt sich die Frage, ob dadurch Immunreaktionen ausgelöst werden können, die Einfluß auf die Wundheilung und auf die Resorption des Fadens haben. BÖTTCHER untersuchte diese Frage im Tierversuch und beim Menschen. Er fand, daß erst nach Injektion von 1,5 g pulversisierten Catguts beim Kaninchen Antikörpertiter von bis zu 1 : 8 mit dem sehr empfindlichen Hämagglutinationstest nach Boyden nachweisbar waren. Bei 38 Patienten, bei denen z.T. in mehreren

Operationen Catgut implantiert worden war, waren keine Antikörper nachweisbar. Er erklärt diesen Befund mit der Tatsache, daß bei der Injektion von Catgutpulver antigen wirkende Makromoleküle in den Körper gelangen, während ein Faden im Gewebe überwiegend zu Dipeptiden abgebaut wird, die keine antigenen Eigenschaften haben. TEUBNER sensibilisierte Kaninchen mit Catgutpulver und fand nach einer intracutanen Injektion des gleichen Materials allergische Reaktionen. Auch bei mehrfach voroperierten Patienten ließ sich im Intracutantest mit Catgutpulver eine Reaktion nachweisen. Diese entsprach in beiden Fällen einer an Lymphozyten und Histiozyten gebundenen immunologischen Reaktion vom Spättyp. Er vertritt allerdings die Ansicht, daß immunologische Reaktionen auf Catgut nur eine geringe klinische Bedeutung haben.

4.5 Der Einfluß verschiedener Nahtmaterialien auf die Festigkeit heilender Wunden

Nach NOCKEMANN kann die Naht die Wundheilung in zweierlei Hinsicht beeinflussen:

1. Durch rein mechanische Hemmung des Aneinanderwachsens der Wundränder
2. Durch chemische und biochemische Wirkungen des Nahtmaterials als Fremdkörper im Wundgebiet.

Wenn, wie oben gezeigt, die Gewebeverträglichkeit verschiedener Nahtmaterialien sehr unterschiedlich ist, so ist auch eine unterschiedliche Festigkeit heilender Wunden zu erwarten. Hierbei ist es notwendig, den Einfluß von Nahtmaterialien auf die Wundfestigkeit in den verschiedenen Phasen der Wundheilung zu betrachten.

HOWES und HARVEY fanden, daß die Reißfestigkeit operativ versorgter Incisionen in der Rectusscheide von Kaninchen in den ersten Tagen nach der Operation abnahm. Das Gewebe konnte dem Faden keinen so großen Widerstand gegen sein Durchschneiden entgegensetzen wie unmittelbar postoperativ. Es mußte also ein Umbau in den Wundrändern vor sich gegangen sein.

Beim Vergleich der Festigkeit von mit Catgut und Seide genähten Magenwandincisionen bei Ratten fand HOWES, daß die Reißfestigkeit bei der Naht mit Catgut erst ab dem 4. Tag ansteigt, während dieses bei der Naht mit Seide schon vom 3. Tag an der Fall ist. Bis zum 6. Tag erwiesen sich die mit Seide verschlossenen Wunden als stärker, danach war kein Unterschied mehr feststellbar. Auch LOCALIO u. Mit. fanden, daß diese initiale Phase des Reißfestigkeitsabfalls in ihrer Dauer abhängig ist von der Art des Nahtmaterials. Sie dauerte bei Verschluß mit Catgut 4 Tage, mit Stahldraht 3 Tage und mit Nylon 2 Tage. Einen Unterschied zwischen Catgut plain und chromiert konnten sie nicht feststellen. Sie begründen die verlängerte Lag-Phase bei Catgutnaht mit einer verlängerten Phase der Wundreinigung durch die durch das Catgut hervorgerufene ausgeprägte Destruktion und die akute Entzündung. Letztere wiederum führt zu einer verzögerten Fibroblastenreifung und Kollagensynthese.

Im Widerspruch zu den Ergebnissen der anderen Autoren steht die Feststellung von NELSON und DENNIS, daß kein Unterschied in der Festigkeit von mit Seide und chromiertem Catgut verschlossenen Faszienwunden besteht. Der Befund von ADAMSONS u. Mit. unterstützt dieses Ergebnis. Sie konnten nachweisen, daß der Kollagengehalt von Muskelwunden bei Meerschweinchen, die mit Catgut und Seide genäht wurden, zu jeder Zeit gleich war. Während der ersten 3 Tage nach der Operation

stieg sowohl im verletzten wie auch im unverletzten Muskel der Kollagengehalt an, was auf den Streß durch die Operation und die Narkose zurückgeführt wird. Am 3. Tag nach der Operation enthielt der verletzte Muskel (relativ) weniger Kollagen, was Ausdruck einer aktiven Kollagenlysis ist.

Entscheidenden Einfluß auf die Wundheilung hat nicht nur die Art des Nahtmaterials, sondern auch dessen Menge. HOWES u. Mit. verschlossen die Magenwand von Hunden mit plain Catgut der Stärke 3/0 und verglichen die Festigkeit dieser Wunden mit der von solchen, die mit chromiertem Catgut der Stärke 3 genäht worden waren. Die mit 3/0 plain Catgut genähten Wunden wiesen in den ersten 3 Tagen eine Festigkeit auf, die unter der Meßempfindlichkeit des von ihnen benutzten Tensiometers lag. Nach 12 Tagen stieg die Reißfestigkeit nicht mehr weiter. Die chromierten Catgut-Fäden der Stärke 3 schnitten in den ersten Tagen aus dem Wundrand aus, der Anstieg der Wundfestigkeit war aber erheblich langsamer als bei der Naht mit 3/0 plain Catgut. Sie erklären diesen Befund mit der erheblich größeren Fremdkörpermenge des chromierten Catguts, die in der Phase der Fibroblastenreifung störend wirkt.

Unsere eigenen Untersuchungen zeigten, daß signifikante Unterschiede der Wundfestigkeit bei Verwendung von verschiedenen Nahtmaterialien bestehen. So konnten wir nachweisen, daß Catgut die Festigkeitszunahme verzögert. Diese Wirkung erstreckt sich auf die nähere Umgebung. Die Tatsache, daß mit PGS in Nachbarschaft zu Mersilene^R verschlossene Wunden am 21. und 28. Tag signifikant fester waren als die mit PGS in der Nähe von Catgut verschlossenen, läßt diesen Schluß zu.

Die rasche Resorption des PGS-Fadens bewirkt auf der anderen Seite, daß am 18. und 21. Tag mit Mersilene^R verschlossene Wunden fester sind. Am 28. Tag verschwindet dieser Unterschied wieder, denn jetzt besitzt die Wunde allein eine ausreichende Festigkeit. Trotz intakten Fadens waren die mit Catgut (plain und chromiert) verschlossenen Wunden aber am 21. und 28. Tag signifikant schwächer als die mit Mersilene^R genähten. Catgut beider Sorten führt also zu einer verzögerten Festigkeitszunahme von Wunden, während PGS ohne den störenden Einfluß von Catgut allein durch seinen zu schnellen Reißfestigkeitsverlust am 18. und 21. Tag eine geringere Wundfestigkeit bewirkt als Mersilene^R. Daß EILERT u. Mit. keinen Festigkeitsunterschied bei Naht mit PGS und chromiertem Catgut finden konnten, mag an der Tatsache liegen, daß sie nur am 15. Tag und dann wieder am 60. Tag Messungen anstellten; das Intervall, in dem die PGS ihre Festigkeit völlig verliert, nämlich vom 16. bis zum 21. Tag, wurde dabei gar nicht erfaßt.

GRAY und HERBERT untersuchten den Einfluß nicht resorbierbarer und resorbierbarer Materialien auf die Festigkeit von Wunden nach einer Heilungsdauer von bis zu 12 Monaten. Sie fanden, daß während der ersten zwei Wochen die mit Mersilene genähten Wunden eine größere Festigkeit aufwiesen als die mit chromiertem Catgut verschlossenen. Nach längerer Heilungsdauer - zwischen 6 Wochen und 12 Monaten - erwiesen sich die mit chromiertem Catgut genähten Wunden als fester. Erklärt wird dieser Befund damit, daß Catgut anfangs eine stärkere exsudative Entzündung hervorruft, die nach längerer Zeit zu einer vermehrten Produktion von Fasergewebe führt und damit eine festere Narbe erzeugt.

WIANCKO u. Mit. vertreten die Ansicht, daß die Verwendung nicht resorbierbarer Nahtmaterialien beim Faszienverschluß die geringste Komplikationsrate nach sich zieht. Auf Grund unserer Ergebnisse müssen wir zu demselben Schluß kommen. In unseren Versuchen erwiesen sich die mit dem Polyesterfaden Mersilene^R verschlossenen Wunden als die festesten. Der Nachteil dieses Materials liegt darin, daß es nicht resorbierbar ist. Catgut erwies sich als zum Faszienverschluß bedingt geeignet. Es verliert nicht so schnell seine Reißfestigkeit wie Fäden aus PGS, verzögert jedoch durch die von ihm ausgelöste starke Entzündungsreaktion die Festigkeitszunahme der Narbe. Die sehr geringe Störung der Wundheilung durch PGS ist zwar ein großer Vorteil dieses Materials, sein zu rascher Reißfestigkeitsverlust erweist sich jedoch als Nachteil.

Wünschenswert wäre ein Material mit der ausgezeichneten Gewebsverträglichkeit der PGS, welches seine Reißfestigkeit erst nach 27 - 30 Tagen verliert.

4.6 Sterilisation von Nahtmaterial

Lange Zeit stellte die Sterilisation besonders von Catgut ein sehr großes Problem dar. HUDEMANN führt dazu aus, daß im wesentlichen drei Verfahren benutzt werden:

1. Sterilisation durch Hitze
2. Sterilisation durch chemische Verbindungen, vornehmlich Alkylhalogenide und Aethylendioxyd, z.T. bei gleichzeitiger Erwärmung.
3. Sterilisation durch Gamma-Strahlen

Die Hitzesterilisation wurde besonders in den USA angewandt, hatte dabei aber den Nachteil, daß bei der

notwendigen Temperatur von 140 - 160 Grad Celsius Schädigungen des Materials nicht zu vermeiden waren. In Deutschland erfolgte die Sterilisation von Catgut bis zum Jahre 1963 vor allen Dingen mit Alkylhalogeniden, die gleichzeitig die Resorptionszeit des Materials verlängerten. MEADE und OCHSNER vertraten dabei jedoch die Ansicht, daß Rückstände von Desinfektionsmitteln im Catgut zu einer zusätzlichen Gewebsreizung führen können. Von den chemischen Verfahren findet vor allem die Sterilisation mit Aethylendioxyd-Gas Anwendung. Seit dem Jahre 1963 ist auch in Deutschland die Sterilisation mit Gamma-Strahlen zugelassen, die zu einer sicheren Abtötung aller Bakterien und Sporen bei gleichzeitiger Schonung des Nahtmaterials führt. Diese Methode erlaubt die Verpackung des Nahtmaterials in Einzelpackungen vor der Sterilisation und ist gleichzeitig sehr wirtschaftlich.

GRAY und HERBERT fanden keinen Unterschied im Reißfestigkeitsverlust von mit Gamma-Strahlen und Aethylendioxyd sterilisiertem Catgut. HELPAP u. Mit. zeigten, daß die Gewebereaktion parenchymatöser Organe des Kaninchens auf konventionell und mit energiereicher Strahlung sterilisiertes Catgut gleich ist. DITTRICH zeigte das gleiche für Kaninchenmuskulatur.

4.7 Nahtmaterial und Wundinfektion

Eine der wesentlichsten Wundheilungsstörungen ist die Infektion. NELSON und DENNIS untersuchten die Festigkeit von Faszienwunden, die nicht steril mit Catgut (plain und chromiert) verschlossen wurden. Die schwereren Infektionen fanden sie bei der Verwendung von plain Catgut. Hier waren am 7. Tag die Fäden bereits größtenteils aufgelöst. Geringere In-

fektionen lagen bei der Naht mit chromiertem Catgut vor, die Wundfestigkeit war am 7. Tag viel höher als bei Naht mit plain Catgut. Am 10. Tag war kein Unterschied in der Festigkeit der Wunden mehr feststellbar. Am 28. Tag zeigte sich, daß die infizierten Wunden schwächer waren als die sterilen. Schon HALSTED beobachtete 1913, daß bei Verwendung von Catgut mehr Wundinfektionen auftraten als bei Seide. Das mag zum Teil an der zur damaligen Zeit noch nicht idealen Sterilisation der Nahtmaterialien gelegen haben. SCHIRMER ist dagegen der Meinung, daß Catgut einen idealen Nährboden für während der Operation in das Wundgebiet gelangten Luftkeime darstellt. Erhöht wird die Infektionsgefahr ferner noch durch die starke Quellungstendenz des Catgut-Fadens; dadurch wird er nämlich auch verkürzt, was zu Drucknekrosen führen kann, die wiederum das Angen von Keimen fördern. LINZENMEYER vertritt die Ansicht, daß Keime vornehmlich auf hämatogenem bzw. lymphogenem Wege in die Wunde gelangen. Die Ausbildung von Abszessen wird hier dann durch Catgut begünstigt.

PARKASH verglich die Komplikationsrate bei der Naht von Bauchfaszien mit Polyester und Seide. Er fand, daß Komplikationen in Form von Sekundärheilungen, Schloffer-Tumoren und Bauchdeckenabszessen bei der Naht mit Seide etwa 2,5 bis 4 mal häufiger auftreten als bei der Verwendung von Polyester.

LOCALIO u. Mit. fanden nach sterilem Verschuß von Faszien bei Ratten in 20 % der Fälle, in denen mit Catgut genäht worden war, positive Bakterienkulturen, während dieses bei Verwendung von nicht resorbierbaren Materialien nur bei 4 bis 8 % der Abstriche aus dem Wundgebiet der Fall war. EILERT u. Mit. untersuchten den Festigkeitsunterschied von infi-

zierten Wunden (Staph.aur.) bei Naht mit PGS und chromiertem Catgut gleicher Stärke. Sie konnten am 5., 10., 15., 30. und 60. Tag keinen Unterschied finden. Der Einfluß von Enterokokken auf den Reißfestigkeitsverlust verschiedener in Kaninchenge-webe implantierter Nahtmaterialien wurde von HERR-MANN u. Mit. untersucht. Am 7. Tag zeigte sich, daß im Falle einer Infektion Dacron^R (Polyester) um 8 %, PGS um 19 %, chromiertes Catgut um 10 % und plain Catgut um 2 % schwächer waren als ohne Infektion.

Wir hatten bei unseren Versuchen bei Verwendung von Catgut zur Fasziennaht bei 4 Tieren Infektionen, ohne Catgut bei 2 Tieren. Wegen der geringen Anzahl lassen sich keine Aussagen über die Wundfestigkeit im Falle einer Infektion machen.

4.8 Bezüge zur Klinik

4.81 Die postoperative Wunddehiszenz

Eine der schlimmsten chirurgischen Komplikationen ist die postoperative Wundruptur, der Platzbauch. Neben zahlreichen anderen Faktoren ist auch die Art des Nahtmaterials und der Nahttechnik zu nennen. MAHONEY führt viele Wundrupturen auf die Verwendung einer fortlaufenden Catgutnaht beim Faszienverschluß zurück, wobei das Nahtmaterial bereits nach wenigen Tagen seine Festigkeit verlor. Im Gegensatz dazu fanden MANN und SPINOLLZA, daß weder Nahtmaterial noch Nahttechnik Einfluß auf die Häufigkeit der Wundruptur haben. Andererseits zeigten ADAMSONS und KAHAN, daß gerade die Faszien zu den am langsamsten heilenden Geweben zählen. Eine Unterstützung der Wunde durch die Naht ist daher für eine längere Zeit erforderlich. Dieser Meinung sind auch PARHOFER

und KARNBAUM, die die Wahl des Nahtmaterials, welches nicht resorbierbar sein soll, und ein sorgfältiges Fassen der Wundränder für ausschlaggebend in der Verhinderung von Platzbäuchen halten.

GERHART und SCIOR stellten fest, daß 8,4 % aller Wundrupturen zwischen dem 15. und dem 21. Tag auftreten. Da PGS zu diesem Zeitpunkt aber keine Reißfestigkeit mehr besitzt, könnte bei seiner Verwendung einer solchen Spätruptur Vorschub geleistet werden. So fanden denn auch SCHOLZ u. Mit., daß bei fast einem Drittel der Patienten, bei denen die Kniegelenkkapsel mit PGS verschlossen wurde, diese wieder aufriß. Beim Verschuß mit chromiertem Catgut trat in keinem Fall eine Ruptur auf. Der Grund dafür liegt nach Meinung dieser Autoren in einem raschen Reißfestigkeitsverlust der PGS-Fäden. Ferner wird die Möglichkeit diskutiert, daß der durch chromiertes Catgut hervorgerufene milde Reiz die Wundheilung fördert.

Bei unseren Versuchen kam es in keinem Fall zu einer Wundruptur. Die nach Naht mit PGS am 18. und 21. Tag signifikant schwächeren Wunden zeigen aber, daß zumindest bei einer plötzlichen Belastung, wie sie bei Patienten z.B. durch starkes Husten entstehen kann, die Wahrscheinlichkeit des Aufplatzens der Wunde größer ist als bei Verschuß mit einem anderen der untersuchten Materialien.

4.82 Vergleich der Wundheilung bei Mensch und Tier

Natürlich ist es fraglich, inwieweit direkte Rückschlüsse zwischen Tierversuchen und klinischen Beobachtungen zulässig sind. HOWES und HARVEY führen zu dieser Frage aus, daß im Tierversuch im allgemeinen nur eine die Wundheilung beeinflussende Größe

verändert wird, während die übrigen konstant gehalten werden. Sie zeigen, daß man es zwar einerseits in der Klinik stets mit mehreren nicht meßbaren Faktoren zu tun hat, auf der anderen Seite aber die Grundphänomene der Wundheilung bei Mensch und Tier gleich sind. Auch die Unterschiede zwischen verschiedenen Spezies einschließlich der Primaten halten sie nur für geringfügig. Daraus schließen sie, daß die im Tierversuch gewonnenen Erkenntnisse in gewissen Grenzen auch für den Menschen zutreffen. Speziell zum Nahtmaterialproblem konnte MADSEN zeigen, daß keine Unterschiede in der Gewebsreaktion zwischen Mensch und Tier bestehen. Rückschlüsse aus Tierversuchen auf die Klinik hält auch dieser Autor daher für zulässig.

5. Z u s a m m e n f a s s u n g :

An 133 Kaninchen wurde der Einfluß von Catgut (plain und chromiert), Dexon^R (Polyglykolsäure) und Mersilene^R (Polyester) auf die Festigkeit einer heilenden Wunde in der Linea alba untersucht. Die Messung der Reißfestigkeit erfolgte tensiometrisch, als Belastungsgewicht diente Wasser. Es ergaben sich folgende Ergebnisse:

- 5.1 Bei den mit Catgut beider Sorten genähten Wunden änderte sich über den gesamten Beobachtungszeitraum vom 7. bis zum 28. Tag die Reißfestigkeit nicht signifikant. Am 28. Tag zeigten sich die mit chromiertem Catgut verschlossenen Wunden den mit plain Catgut genähten signifikant überlegen.
- 5.2 Die Reißfestigkeit der mit Dexon in Nachbarschaft von Catgut genähten Linea alba stieg vom 10. bis zum 14. Tag signifikant an, um dann bis zum 18. Tag steil abzufallen. Danach folgte ein steiler Anstieg der Reißfestigkeit bis zum 28. Tag. Am 18. und 21. Tag der Wundheilung waren die mit Dexon verschlossenen Wunden signifikant schwächer als die mit Catgut genähten. Am 28. Tag bestand kein Unterschied.
- 5.3 Catgut wirkt verzögernd auf den Festigkeitszuwachs von Faszienwunden. Dieser Effekt ergibt sich auch bei mit Dexon genähten Wunden, die in unmittelbarer Nachbarschaft zu Catgut liegen. Ohne diesen Einfluß waren die mit Dexon genähten Wunden am 21. und 28. Tag signifikant fester.

- 5.4 Mit Mersilene verschlossene Wunden erwiesen sich am 21. und 28. Tag als signifikant fester als solche, die mit Catgut beider Sorten genäht worden waren. Besonders plain Catgut verzögert die Wundheilung so stark, daß mit Mersilene genähte Wunden am 28. Tag den mit Catgut (plain) genähten an Reißfestigkeit überlegen waren, wenn man den Mersilene-Faden vor der Messung entfernte.
- 5.5 Der Reißfestigkeitsverlust von Dexon erfolgt unabhängig von dem Einfluß, den in der Nähe gelegenes Catgut ausübt. Dexon-Fäden verlieren schneller an Reißfestigkeit als plain und chromiertes Catgut. Nach 18 Tagen hatte Dexon keine meßbare Festigkeit mehr, während die Catgut-Fäden beider Sorten noch stärker waren als die Wunde selbst.
- 5.6 Nach Abwägen der Vor- und Nachteile der untersuchten Nahtmaterialien wird gefolgert, daß, solange kein resorbierbares Nahtmaterial mit guter Gewebeverträglichkeit und langsamem Reißfestigkeitsverlust verfügbar ist, ein nicht resorbierbares Material zur Fasziennaht vorzuziehen ist.

6. A n h a n g

Tabellen zur statistischen Auswertung

Tabelle 1: Reißfestigkeit der mit Catgut (plain) O/O genähten Linea alba

Dauer Tage	n	Reißfestigkeit			Differenz der Reißfestigkeit			u	2 p
		kp/cm	sem	% des Normwertes	sem	kp/cm	% des Normwertes		
7	20	7,03	0,25	58,3	2,1				
10	22	6,51	0,31	54,0	2,6	0,52	4,3	1,003	0,313
14	20	7,0	0,35	58	2,9	0,49	4,0	0,53	0,596
18	23	7,07	0,19	58,6	1,6	0,07	0,6	0,549	0,582
21	22	6,53	0,29	54,1	2,4	0,54	4,5	1,615	0,106
28	20	6,84	0,38	55,4	3,2	0,31	1,3	0,063	0,95

Tabelle 2: Reißfestigkeit der mit Catgut (chromiert) 2/0 genähten Linea alba

Dauer Tage	n	Reißfestigkeit			Differenz der Reißfestigkeit			u	2 p
		kp/cm	sem	% des Normwertes	sem	kp/cm	% des Normwertes		
7	18	7,05	0,28	58,5	2,3				
10	22	6,46	0,36	53,6	3,0	0,59	4,9	1,102	0,27
14	20	7,55	0,35	62,6	2,9	1,09	9,0	1,85	0,064
18	23	7,16	0,3	59,4	2,5	0,39	3,2	0,18	0,98
21	22	7,1	0,3	58,9	2,5	0,06	0,5	0,88	0,379
28	20	7,46	0,26	61,9	2,2	0,36	3,0	1,07	0,284

Tabelle 3: Reißfestigkeit der mit Dexon^R (PGS) 2/0 genähten Linea alba

Dauer Tage	n	Reißfestigkeit			Differenz der Reißfestigkeit			u	2 p
		kp/cm	sem	% des Normwertes	kp/cm	% des Normwertes			
7	20	6,69	0,3	56,3					
10	22	6,53	0,27	54,2	0,26	2,1	1,147	0,251	
14	20	7,52	0,26	62,3	0,99	8,1	2,336	0,019	
18	23	5,07	0,28	42,0	2,45	20,3	4,616	0,002	
21	22	5,31	0,36	44,0	0,24	2,0	1,512	0,131	
28	20	6,94	0,55	57,6	1,63	13,6	1,971	0,049	

Tabelle 4:

Reißfestigkeitsunterschied am 7. Tag p.o. zwischen mit verschiedenen Materialien genährter Linea alba.

Material	Reißfestig- keit kp/cm	sem	d kp/cm	u	2p
Catgut (plain)	7,03	0,25	0,24	0,283	0,78
Dexon ^R (PGS)	6,79	0,3			
Catgut (plain)	7,03	0,25	0,02	0,044	0,96
Catgut (chrom.)	7,05	0,28			
Catgut (chrom.)	7,05	0,28	0,26	0,307	0,76
Dexon ^R (PGS)	6,79	0,3			

Tabelle 5:

Reißfestigkeitsunterschied am 10. Tag p.o. zwischen mit verschiedenen Materialien genährter Linea alba.

Material	Reißfestig- keit kp/cm	sem	d kp/cm	u	2p
Catgut (plain)	6,51	0,31	0,02	0,21	0,83
Dexon (PGS)	6,53	0,27			
Catgut (plain)	6,51	0,31	0,05	0,164	0,87
Catgut (chrom.)	6,46	0,36			
Catgut (chrom.)	6,46	0,36	0,07	0,117	0,9
Dexon (PGS)	6,53	0,27			

Tabelle 6:

Reißfestigkeitsunterschied am 14. Tag p.o. zwischen mit verschiedenen Materialien genährter Linea alba.

Material	Reißfestig- keit kp/cm	sem	d kp/cm	u	2p
Catgut (plain)	7,0	0,35	0,52	1,517	0,129
Dexon ^R (PGS)	7,52	0,26			
Catgut (plain)	7,0	0,35	0,55	1,205	0,228
Catgut (chrom.)	7,55	0,35			
Catgut (chrom.)	7,55	0,35	0,03	0,136	0,893
Dexon ^R (PGS)	7,52	0,26			

Tabelle 7:

Reißfestigkeitsunterschied am 18. Tag p.o. zwischen mit verschiedenen Materialien genährter Linea alba.

Material	Reißfestig- keit kp/cm	sem	d kp/cm	u	2p
Catgut (plain)	7,07	0,19	2,0	4,542	< 0,002
Dexon ^R (PGS)	5,07	0,28			
Catgut (plain)	7,07	0,19	0,09	1,216	0,224
Catgut (chrom.)	7,16	0,3			
Catgut (chrom.)	7,16	0,3	2,09	3,987	< 0,002
Dexon (PGS)	5,07	0,28			

Tabelle 8:

Reißfestigkeitsunterschied am 21. Tag p.o. zwischen mit verschiedenen Materialien genährter Linea alba.

Material	Reißfestig- keit kp/cm	sem	d kp/cm	u	2p
Catgut (plain)	6,53	0,29	1,22	7,873	<< 0,001
Dexon ^R (PGS)	5,31	0,36			
Catgut (plain)	6,53	0,29	0,57	1,304	0,192
Catgut (chrom.)	7,1	0,3			
Catgut (chrom.)	7,1	0,3	1,79	3,559	0,022
Dexon ^R (PGS)	5,31	0,36			

Tabelle 9:

Reißfestigkeitsunterschied am 28. Tag p.o. zwischen mit verschiedenen Materialien genährter Linea alba.

Material	Reißfestig- keit kp/cm	sem	d kp/cm	u	2p
Catgut (plain)	6,68	0,38	0,26	0,271	0,98
Dexon ^R (PGS)	6,94	0,55			
Catgut (plain)	6,68	0,38	0,78	2,206	0,027
Catgut (chrom.)	7,46	0,26			
Catgut (chrom.)	7,46	0,26	0,52	0,907	0,365
Dexon ^R (PGS)	6,94	0,55			

Tabelle 10: Änderung der Reißfestigkeit über die Zeit von mit Mersilene^R 2/O genähter Linea alba.
Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	n	Reißfestigkeit			Differenz der Reißfestigkeit			u	2p
		kp/cm	sem	% des Normwertes	sem	kp/cm	% des Normwertes		
18	25	7,34	0,27	60,9	2,2	0,35	2,9	1,259	0,208
21	29	7,69	0,22	63,8	1,8	1,43	11,9	3,135	<< 0,002
28	29	9,12	0,36	75,7	3,0				

Tabelle 11: Änderung der Reißfestigkeit über die Zeit von mit Mersilene^R 2/O genähter Linea alba.
Die Fäden wurden vor der Messung entfernt.

Dauer Tage	n	Reißfestigkeit			Differenz der Reißfestigkeit			u	2p
		kp/cm	sem	% des Normwertes	sem	kp/cm	% des Normwertes		
18	25	4,81	0,23	39,9	1,9	1,46	12,1	2,941	0,0032
21	27	6,27	0,43	52,0	3,6	2,05	17,0	3,452	0,0023
28	27	8,32	0,38	69,0	3,2				

Tabelle 12: Reißfestigkeitsänderung über die Zeit von mit Dexon^R (PGS) 2/0 in Nachbarschaft von Mersilene^R genähter Linea alba. Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	n	Reißfestigkeit			Reißfestigkeitsunterschied			u	2p
		kp/cm	sem	% des Normwertes	sem	kp/cm	% des Normwertes		
13	26	5,3	0,31	44,0	2,6	1,07	8,8	2,573	0,010
21	29	6,37	0,32	52,8	2,7	2,56	21,3	3,513	< 0,002
28	28	8,93	0,61	74,1	5,1				

Tabelle 13: Reißfestigkeitsänderung über die Zeit von mit Dexon^R (PGS) 2/0 in Nachbarschaft von Mersilene^R genähter Linea alba. Die Fäden wurden vor der Messung durchtrennt.

Dauer Tage	n	Reißfestigkeit			Reißfestigkeitsunterschied			u	2p
		kp/cm	sem	% des Normwertes	sem	kp/cm	% des Normwertes		
18	26	4,89	0,29	40,6	2,4	1,44	11,9	3,075	0,002
21	28	6,33	0,33	52,5	2,7	2,11	17,5	2,778	0,0054
28	28	8,44	0,53	70,0	4,4				

Tabelle 14:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene^R 2/0 genähter Linea alba mit und ohne Fäden.

Dauer Tage	Fäden	n	Reißfestigkeit kp/cm	sem	d kp/cm	u	p
18	mit	25	7,34	0,26	2,53	5,406	0,001
	ohne	25	4,81	0,23			
21	mit	29	7,69	0,22	1,42	2,977	0,0015
	ohne	27	6,27	0,43			
28	mit	29	9,12	0,36	0,8	1,214	0,113
	ohne	27	8,32	0,38			

Tabelle 15:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Dexon^R (PGS) 2/0 in Nachbarschaft von Mersilene^R genähter Linea alba mit und ohne Fäden.

Dauer Tage	Fäden	n	Reißfestigkeit kp/cm	sem	d kp/cm	u	p
18	mit	26	5,3	0,31	0,41	0,495	0,310
	ohne	26	4,89	0,29			
21	mit	29	6,37	0,32	0,01	0,00	0,50
	ohne	28	6,33	0,33			
28	mit	28	8,93	0,61	0,49	0,426	0,335
	ohne	28	8,44	0,53			

Tabelle 16:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Dexon^R (PGS) und Mersilene^R, jeweils der Stärke 2/0, verschlossener Linea alba. Die Fäden wurden bei der Messung belassen.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d kp/cm	u	2p
			kp/cm	sem			
18	Mersilene	25	7,34	0,26	2,04	4,195	<< 0,002
	Dexon	26	5,3	0,31			
21	Mersilene	29	7,69	0,22	1,32	3,081	0,002
	Dexon	21	6,37	0,32			
28	Mersilene	29	9,12	0,36	0,19	0,822	0,411
	Dexon	28	8,93	0,61			

Tabelle 17:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Dexon^R (PGS) und Mersilene^R, jeweils der Stärke 2/0, genähter Linea alba. Die Fäden wurden vor der Messung entfernt.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d kp/cm	u	2p
			kp/cm	sem			
18	Mersilene	25	4,81	0,23	0,09	0,075	0,92
	Dexon	26	4,89	0,29			
21	Mersilene	27	6,27	0,43	0,06	0,286	0,774
	Dexon	28	6,33	0,33			
28	Mersilene	27	8,32	0,38	0,12	0,286	0,774
	Dexon	28	8,44	0,53			

Tabelle 18:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/0 und Dexon 2/0 genähter Linea alba. Die Mersilene-Fäden wurden vor der Messung entfernt.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit kp/cm sem		d kp/cm	u	p
18	Mersilene	25	4,81	0,23	0,49	0,774	0,221
	Dexon	26	5,3	0,31			
21	Mersilene	27	6,27	0,43	0,1	0,23	0,409
	Dexon	29	6,37	0,32			
28	Mersilene	27	8,32	0,38	0,6	0,194	0,424
	Dexon	28	8,93	0,61			

Tabelle 19:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/0 und Catgut (plain) 0/0 verschlossener Linea alba. Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit kp/cm sem		d kp/cm	u	p
18	Mersilene	25	7,34	0,26	0,27	0,558	0,289
	Catgut (plain)	23	7,07	0,19			
21	Mersilene	29	7,69	0,22	1,16	1,941	0,026
	Catgut (plain)	22	6,53	0,29			
28	Mersilene	29	9,12	0,36	2,44	4,609	<< 0,001
	Catgut (plain)	20	6,68	0,38			

Tabelle 20:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/0 und Catgut (chromiert) 2/0 verschlossener Linea alba.

Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit kp/cm sem		d kp/cm	u	p
18	Mersilene	25	7,34	0,26	0,18	0,427	0,335
	Catgut (chrom.)	23	7,16	0,35			
21	Mersilene	29	7,69	0,22	0,59	1,656	0,049
	Catgut (chrom.)	22	7,1	0,3			
28	Mersilene	29	9,12	0,36	1,66	3,045	0,001
	Catgut (chrom.)	20	7,46	0,26			

Tabelle 21:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/0 und Dexon^R (PGS) 2/0 (in Nachbarschaft von Catgut) genähter Linea alba. Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit kp/cm sem		d kp/cm	u	p
18	Mersilene	25	7,34	0,26	2,27	4,738	<< 0,001
	Dexon ^R	23	5,07	0,28			
21	Mersilene	29	7,69	0,22	2,38	4,761	<< 0,001
	Dexon	22	5,31	0,36			
28	Mersilene	29	9,12	0,36	2,18	2,991	0,0014
	Dexon	20	6,94	0,55			

Tabelle 22:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/0 und Catgut (plain) 0/0 genähter Linea alba. Die Mersilene-Fäden wurden vor der Messung entfernt.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d	u	p
			kp/cm	sem	kp/cm		
18	Mersilene	25	4,81	0,23	2,26	5,318	<< 0,002
	Catgut (plain)	23	7,07	0,19			
21	Mersilene	27	6,27	0,43	0,26	0,553	0,58
	Catgut (plain)	22	6,53	0,29			
28	Mersilene	27	8,32	0,38	1,64	3,067	0,002
	Catgut (plain)	20	6,68	0,38			

Tabelle 23:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/0 und Catgut (chromiert) 2/0 verschlossener Linea alba. Die Mersilene-Fäden wurden vor der Messung entfernt.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d	u	p
			kp/cm	sem	kp/cm		
18	Mersilene	25	4,81	0,23	2,35	4,630	<< 0,002
	Catgut (chrom.)	23	7,16	0,3			
21	Mersilene	27	6,27	0,43	0,83	1,578	0,114
	Catgut (chrom.)	22	7,1	0,3			
28	Mersilene	27	8,32	0,38	0,86	1,614	0,106
	Catgut (chrom.)	20	7,46	0,26			

Tabelle 24:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Mersilene 2/0 und Dexon 2/0 (in Nachbarschaft zu Catgut) verschlossener Linea alba. Die Mersilene-Fäden wurden vor der Messung entfernt.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d	u	2p
			kp/cm	sem	kp/cm		
18	Mersilene	25	4,81	0,23	0,26	0,403	0,688
	Dexon	23	5,07	0,28			
21	Mersilene	27	6,27	0,43	0,96	1,32	0,187
	Dexon	22	5,31	0,36			
28	Mersilene	27	8,32	0,38	1,38	2,066	0,039
	Dexon	20	6,94	0,55			

Tabelle 25:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Dexon 2/0 in Nachbarschaft von Mersilene und Dexon 2/0 in Nachbarschaft von Catgut genähter Linea alba. Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d	u	p
			kp/cm	sem	kp/cm		
18	Dexon bei Mersilene	26	5,3	0,31	0,23	0,221	0,412
	Dexon bei Catgut	23	5,07	0,28			
21	Dexon bei Mersilene	29	6,37	0,32	1,06	1,98	0,024
	Dexon bei Catgut	22	5,31	0,36			
28	Dexon bei Mersilene	28	8,93	0,61	1,99	1,924	0,027
	Dexon bei Catgut						

Tabelle 26:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Dexon 2/0 in Nachbarschaft von Mersilene und Catgut (plain) 0/0 genähter Linea alba.
Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d	u	2p
			kp/cm	sem	kp/cm		
18	Dexon	26	5,3	0,31	1,77	3,931	< 0,002
	Catgut (plain)	23	7,07	0,19			
21	Dexon	29	6,37	0,32	0,16	0,343	0,73
	Catgut (plain)	22	6,53	0,29			
28	Dexon	28	8,93	0,61	2,25	2,918	0,0036
	Catgut (plain)	20	6,68	0,38			

Tabelle 27:

Vergleich der Reißfestigkeit von mit Dexon 2/0 in Nachbarschaft von Mersilene und Catgut (chromiert) 2/0 genähter Linea alba.
Die Fäden wurden belassen.

Dauer Tage	Material	n	Reißfestigkeit		d	u	2p
			kp/cm	sem	kp/cm		
18	Dexon	26	5,3	0,31	1,86	3,52	< 0,002
	Catgut (chrom.)	23	7,16	0,3			
21	Dexon	29	6,37	0,32	0,73	1,779	0,075
	Catgut (chrom.)	22	7,1	0,3			
28	Dexon	28	8,93	0,61	1,47	1,485	0,138
	Catgut (chrom.)	20	7,46	0,26			

Tabelle 28:

Vergleich der Schlaufenreifestigkeit von allein und mit Catgut implantierten Dexon^R (PGS)-Schlaufen am 15. Tag.

Material	n	Reißfestig- keit kp	sem	d kp	u	2p
Dexon ^R allein	22	3,53	0,19	0,12	0,188	0,852
Dexon ^R mit Catgut	24	3,41	0,23			

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

1. Adamsons, R.J.,
Enquist, I.F.:
The relative importance of
sutures to the strength of
healing wounds under normal
and abnormal conditions.
Surg. Gynec. Obstet.
117: 396 - 401 (1963)
2. Adamsons, R.J.,
Musco, F.,
Enquist, I.F.:
The comparative effects of
silk and catgut on collagen
lysis during the lag-phase
of primary healing.
Surg. Gynec. Obstet.
121: 1028 - 1034 (1965)
3. Adamsons, R.J.,
Kahan, S.A.:
The rate of healing of in-
cised wounds of different
tissues in rabbits.
Surg. Gynec. Obstet.
130: 837 - 846 (1970)
4. Alvarez-Cordero, R.,
Reyes, E.I.,
Alcazar, M.G.,
Hernandez-Jauregui, P.:
Evaluation of polyglycolic
acid sutures in vascular
surgery.
J. Surg. Res.
15: 35 - 44 (1973)
5. Anscombe, A.R.:
The use of Dexon absorbable
suture material in general
surgery.
Int. Surg.
57: 887 - 888 (1972)

6. Anscombe, A.R.,
Hira, N.,
Hunt, B.:

The use of a new absorbable material (polyglycolic acid) in general surgery.
Brit. J. Surg.
57: 917 - 920 (1970)

7. Bary, S. v.,
Marx, F.J.,
Schaudig, A.:

Erste Erfahrungen mit einem neuen absorbierbaren synthetischen Nahtmaterial (Dexon)
Chirurg
43: 271 - 274 (1972)

8. Bergmann, F.O.,
Borgström, S.J.H.,
Holmlund, D.E.W.:

Synthetic absorbable surgical suture material (PGA)
Acta Chir. Scand.
137: 193 - 200 (1971)

9. Böttcher, R.F.H.:

Der Einfluß des Catguts auf die Wundheilung unter besonderer Berücksichtigung immunologischer Vorgänge.
Zbl. Chir.
96: 1359 - 1364 (1971)

10. Botsford, T.W.:

The tensile strength of sutured skin wounds during healing.
Surg. Gynec. Obstet.
72: 690 - 697 (1941)

11. Brunner, C.:

Geschichte der Wundbehandlung.
Neue dtsh. Chir.
20: 4 - 76 (1916)

12. Burke, J.:

A consideration of the suture problem.
Amer. J. Surg.
49: 303 - 306 (1940)

13. Carrel, A.,
Hartmann, A.:
Cicatrization of wounds -
The relation between the size
of a wound and the rate of
its cicatrization.
J. exp. Med.
24: 429 - 450 (1916)
14. Daume, E.:
Erfahrungen mit einem syn-
thetischen resorbierbaren
Nahtmaterial (Polyglykol-
säure) bei gynäkologischen
und geburtshilflichen Opera-
tionen.
Geburtshilfe und Frauenheilkunde
32: 702 - 707 (1972)
15. Deitch, H.I.:
Surgical catgut
Brit. Med. J.
1: 66 (1946)
16. Dittrich, H.:
Gewebsverträglichkeit von unter-
schiedlich sterilisiertem Plain-
Catgut.
Brun's Beitr. klin. Chir.
216: 359 - 363 (1968)
17. Douglas, D.M.:
The healing of aponeurotic
incisions.
Brit. J. Surg.
40: 70 - 84 (1952)
18. Douglas, D.M.:
Tensile strength of sutures.
The Lancet
2: 497 - 499 (1949)

19. Eilert, J.B.,
Binder, P.,
McKinney, P.W.,
Beal, J.M.,
Conn, J.: Polyglycolic acid synthetic
absorbable sutures.
Amer. J. Surg.
121: 561 - 564 (1971)
20. Fast, J.,
Nelson, C.,
Dennis, C.: Rate of gain in strength in
sutured abdominal wall wounds.
Surg. Gynec. Obstet.
84: 685 - 688 (1947)
21. Gerhart, A.,
Scior, H.: Über die Häufigkeit der Rup-
tur von Laparotomiewunden.
Zbl. Chir.
83: 730 - 736 (1958)
22. Gray, F.J.,
Herbert, C.: An experimental study of the
influence of selected suture
materials on healing of apo-
neurotic tissue.
Aust. N. Z. J. Surg.
137: 41 - 49 (1967)
23. Halsted, W.S.: Ligature and suture material.
JAMA
60: 1119 - 1126 (1913)
24. Harvey, S.C.: The velocity of the growth
of fibroblasts in the healing
wound.
Arch. Surg. (Cushing Birthday
Volume) 1227 - 1240 (1929)
25. Haxton, H.: The influence of suture ma-
terials and methods on the
healing of aponeurotic incisions.
Brit. J. Surg.
52: 372 - 375 (1965)

26. Haxton, H.: Absorption of catgut in human abdominal wall wounds.
Brit. J. Surg.
50: 534 - 536 (1963)
27. Hegemann, G.: Standardmethode zur Beurteilung des Wundverlaufs.
Langenbecks Arch. klin. Chir.
264: 168 - 173 (1950)
28. Helpap, B.,
Staib, I.,
Seib, U.,
Osswald, J.,
Hartung, H.: Zur Gewebsreaktion parenchymatöser Organe nach Implantation von konventionell und strahlensterilisiertem Catgut.
Brun's Beitr. klin. Chir.
220: 323 - 33 (1973)
29. Herrmann, J.B.: Tensile strength and knot security of surgical suture materials.
Amer. Surg.
37: 209 - 217 (1971)
30. Herrmann, J.B.,
Kelly, R.J.,
Higgins, G.A.: Polyglycolic acid sutures: laboratory and clinical evaluation of a new absorbable suture material.
Arch. Surg.
100: 486 - 490 (1970)
31. Howes, E.L.: The strength of wounds sutured with catgut and silk.
Surg. Gynec. Obstet.
57: 309 - 317 (1933)

32. Howes, E.L.: Strength studies of polyglycolic acid versus catgut sutures of the same size.
Surg. Gynec. Obstet.
137: 15 - 20 (1973)
33. Howes, E.L.,
Harvey, S.C.: The age factor in the velocity of the growth of fibroblasts in the healing wound.
J. exp. Med.
55: 577 - 590 (1932)
34. Howes, E.L.,
Harvey, S.C.: The strength of the healing wound in relation to the holding strength of the catgut suture.
N. E. J. Med.
200: 1285 - 1291 (1929)
35. Howes, E.L.,
Harvey, S.C.: The clinical significance of experimental studies in wound healing.
Ann. Surg.
102: 941 - 946 (1935)
36. Howes, E.L.,
Sooy, J.W.,
Harvey, S.C.: The healing of wounds as determined by their tensile strength.
JAMA
92: 42 - 45 (1929)
37. Hudemann, H.: Chirurgisches Nahtmaterial.
VEB Gustav Fischer Verlag
Jena (1959)

38. Jenkins, M.P.: A clinical study of catgut in relation to abdominal wound disruption.
Surg. Gynec. Obstet.
64: 648 - 662 (1937)
39. Katz, A.R.,
Turner, R.J.: Evaluation of tensile and absorption properties of polyglycolic acid sutures.
Surg. Gynec. Obstet.
131: 701 - 716 (1970)
40. Kühnau, J.: Biochemie der Wundheilung.
In: Wundheilung und Wundnaht
Urban & Schwarzenberg Verlag
München (1967)
41. Lecomte du Noüy, P.: Das Altern und die physiologische Zeit.
Zeitschr. f. Altersforschung
1: 301 - 309 (1939)
42. Lichtenstein, I.L.: Wound healing: A reevaluation.
ETHICON Point of View
3 (1970)
43. Lichtenstein, I.L.: Polyglycolic acid (PGA) sutures.
JAMA
214: 760 (1970)
44. Lichtenstein, I.L.,
Herzikoﬀ, S.,
Shore, J.M.,
Jiron, M.W.,
Stuart, S.,
Mizuno, L.: The dynamics of wound healing.
Surg. Gynec. Obstet.
130: 685 - 690 (1970)

45. Lienert, G.A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik.
Anton Hain Verlag
Meisenheim am Glan
S. 106 - 112 (1960)
46. Lilly, G.E.: Reaction of oral tissues to suture materials; Part I
Oral Surg., oral Med., oral Path.
26: 128 - 133 (1968)
47. Lilly, G.E.,
Armstrong, J.H.,
Salem, J.E.,
Cutcher, J.L.: Reaction of oral tissues to suture materials; Part II
Oral Surg., oral Med., oral Path.
26: 592 - 599 (1968)
48. Lilly, G.E.,
Armstrong, J.H.,
Salem, J.E.,
Cutcher, J.L.: Reaction of oral tissues to suture materials; Part III
Oral Surg., oral Med., oral Path.
28: 432 - 438 (1969)
49. Lindner, J.: Biochemie und Morphologie der Wundheilung.
Melsunger Med. Mitt.
Bd. 47 Heft 117: 9 - 59 (1973)
50. Lindner, J.,
Huber, P.: Biochemische und morphologische Grundlagen der Wundheilung und ihrer Beeinflussung.
Med. Welt
24: 897 - 911 (1973)
51. Linzenmeyer, G.: Wundinfektion und Catgut.
Festschrift Prof. Eyer
München 1971 S. 23 - 25

52. Localio, S.A.,
Casale, W.,
Hinton, J.W.:
Wound healing - experimental
and statistical study.
III. Experimental observations.
Surg. Gynec. Obstet.
77: 243 - 249 (1943)
53. Localio, S.A.,
Casale, W.,
Hinton, J.W.:
Wound healing - experimental
and statistical study.
IV. Results
Surg. Gynec. Obstet.
77: 376 - 388 (1943)
54. Localio, S.A.,
Casale, W.,
Hinton, J.W.:
Wound healing - experimental
and statistical study
V. Bacteriology and pathology
in relation to suture materials.
Surg. Gynec. Obstet.
77: 481 - 492 (1943)
55. Madsen, E.T.:
An experimental and clinical
evaluation of surgical suture
materials.
Surg. Gynec. Obstet.
97: 439 - 444 (1953)
56. Mahoney, L.E.:
Suture materials.
Amer. J. Surg.
60: 414 - 417 (1943)
57. Mann, L.S.,
Spinazzola, A.J.,
Lindesmith, G.C.,
LeVine, M.J.,
Kuczerepa, W.:
Disruption of abdominal wounds.
JAMA
180: 1021 - 1023 (1962)

58. Meade, W.H.,
Ochsner, A.:
The relative importance of cat-
gut, silk, linen and cotton as
suture materials.
Surgery
7: 485 - 514 (1940)
59. Michel, K.-J.:
Tierexperimentelle Untersuchungen
über den Einfluß der Fadenspannung
bei der Naht von abdominalen Fas-
cienwunden auf die Zunahme der
Reißfestigkeit des Narbengewebes.
Inaugural-Dissertation
Marburg/Lahn (1973)
60. Nelson, C.A.,
Dennis, C.:
Wound healing: Technical factors
in the gain of strength in sutured
abdominal wall wounds in rabbits.
Surg. Gynec. Obstet.
93: 461 - 467 (1951)
61. Nishihara, G.,
Prudden, J.F.:
A quantitative relationship of
wound tensile strength to length.
Surg. Gynec. Obstet.
106: 305 - 310 (1958)
62. Nockemann, P.F.:
Die Bedeutung von Nahtmaterial
für die Wundheilung.
In: Wundheilung und Wundnaht.
Urban & Schwarzenberg Verlag
München (1967)
63. Nockemann, P.F.:
Die chirurgische Naht.
Thieme Verlag
Stuttgart (1968)

64. Parhofer, R.,
Karnbaum, S.:
Klinische Untersuchungen zur
Platzbauchentstehung.
Brun's Beitr. klin. Chir.
206: 39 - 52 (1963)
65. Parkash, O.:
Gewebsverträglichkeit nicht
absorbierbarer Nahtmaterialien
(Permahand und Dacrofil)
Zbl. Chir.
98: 1393 - 1397 (1973)
66. Penshorn, D.:
Prüfung von Nahtmaterial und
chirurgischen Knoten in me-
chanischen und mechanisch-
chemischen Verfahren.
Der Chirurg
38: 553 - 557 (1967)
67. Postlethwait, P.W.:
Polyglycolic acid surgical
sutures.
Arch. Surg.
101: 489 - 494 (1970)
68. Postlethwait, R.W.:
Long-term comparative study
of nonabsorbable sutures.
Ann. Surg.
171: 892 - 898 (1970)
69. Postlethwait, R.W.,
Schauble, J.F.,
Dillon, M.L.,
Morgan, J.:
Wound healing
II. An evaluation of surgical
suture material.
Surg. Gynec. Obstet.
108: 555 - 566 (1959)

70. Preston, D.J.: The effects of sutures on the strength of healing wounds. Amer. J. Surg. 49: 56 - 63 (1940)
71. Sandblom, P., Peterson, P., Muren, A.: Determination of the tensile strength of the healing wound as a clinical test. Acta Chir. Scand. 105: 252 - 257 (1955)
72. Savlov, E.D., Dunphy, J.E.: The healing of the disrupted and resutured wound. Surgery 36: 362 - 370 (1954)
73. Schirmer, E.: Nylon und das Nahtmaterialproblem in der Chirurgie. Zbl. Chir. 77: 203 - 210 (1952)
74. Scholz, K.C., Lewis, R.C., Bateman, E.O.: Clinical failure of polyglycolic acid surgical suture. Surg. Gynec. Obstet. 135: 525 - 528 (1972)
75. Seidel, W.: Die Gliederung von Dissertationen und wissenschaftlichen Arbeiten. Münchener Med. Wochenschrift 108: 2244 - 2247 (1966)
76. Seidel, W., Bräutigam, E., Tauber, G.: Untersuchungen zur Festigkeit der Einheilung verschiedener Kunststoffgewebe von Herzklappenprothesen. Thoraxchirurgie 17: 288 - 296 (1969)

77. Streicher, H.J.,
Voss, E.U.:
Klinische Erprobung eines
kollagenfreien, resorbier-
baren Nahtmaterials (Dexon^R).
Therapiewoche
22: 3858 - 3860 (1972)
78. Struck, H.:
Ursachen gestörter Wundheilung.
Melsunger Med. Mitt.
Bd. 47 Heft 117: 267 - 283 (1973)
79. Tauber, R.,
Seidel, W.,
Gössel, K.,
Michel, K.-J.:
Thermographische Studien über
den Heilverlauf bei unter-
schiedlich fest verknöteten
Fasziennähten.
Brun's Beitr. klin. Chir.
219: 667 - 673 (1972)
80. Teubner, E.:
Untersuchungen zur Immunogenität
des Katgut.
DMW
95: 603 - 610 (1970)
81. Wallace, W.R.,
Maxwell, G.R.,
Cavalarris, C.J.:
Comparison of polyglycolic acid
suture to black silk, chromic,
and plain catgut in human oral
tissues.
J. Oral Surg.
28: 739 - 746 (1970)
82. Whipple, A.O.:
The use of silk in the repair
of clean wounds.
Ann. Surg.
98: 662 - 671 (1933)

83. Wiancko, K.B.,
Kling, S.,
MacKenzie, W.C.:

Wound healing - incisions
and suturing.
Canad. M. A. J.
84: 254 - 257 (1961)

84. Zilch, H.,
Klengel, W.:

Ein neues absorbierbares
synthetisches Nahtmaterial.
Die Schwester
5: 34 - 36 (1971)

Zum Schluß möchte ich Herrn Oberarzt Prof. Dr. W. Seidel für die Überlassung des Themas und Herrn Prof. Dr. H. Hamelmann für die freundliche Übernahme des Coreferats danken. Seinem Assistenten, Herrn Dr. R. Tauber bin ich zu besonderem Dank für seine Hilfe beim experimentellen Teil der Arbeit verpflichtet.

Meine akademischen Lehrer waren:

Amon, Buchholz, Daume, Dehnicke, Dimroth, Exner, Friedrich, Ganz, Graul, Haberich, Hamelmann, Hensel, Hering, Heß, Hort, Jacob, Karlson, Klaus, Kleinsasser, Koecke, Koransky, Linneweh, Martini, Nultsch, Petri, Richter, Riecken, Rodeck, Rohen, Schleyer, Schmid, Schmitz-Moormann, Seidel, Siegert, Straub, Walcher.

L e b e n s l a u f :

Am 11. Januar 1951 wurde ich, Peter Mees, als erstes Kind des Arbeiters Rolf Mees und seiner Ehefrau Agnes, geb. Bruchhagen, in Essen geboren. Am 15. Juli 1953 kam mein Bruder Detlef zur Welt. Von 1957 bis 1961 besuchte ich die katholische Berliner Schule in Essen und wechselte zu Ostern 1961 zur Alfred-Krupp-Schule, einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasium. Hier legte ich im Jahre 1969 meine Reifeprüfung ab. Am 1. Oktober 1969 trat ich als Offizieranwärter für den fliegerischen Dienst in die Bundesluftwaffe ein. Da ich die Flugtauglichkeitsprüfung nicht bestand, wechselte ich in die Laufbahn der Sanitätsoffizieranwärter. Im Sommersemester 1970 nahm ich das Studium der Humanmedizin an der Philipps-Universität in Marburg an der Lahn auf. Nach dem Wintersemester 1970/71 legte ich hier die naturwissenschaftliche, nach dem Sommersemester 1972 die ärztliche Vorprüfung ab. Am 29. Dezember 1972 heiratete ich Fräulein Maria-Luise Bauerdiek aus Essen.

Seit Mai 1973 arbeitete ich an einer von Herrn Oberarzt Prof. Dr. W. Seidel vergebenen Dissertation. Zur Zeit bereite ich mich auf mein Staatsexamen vor.

